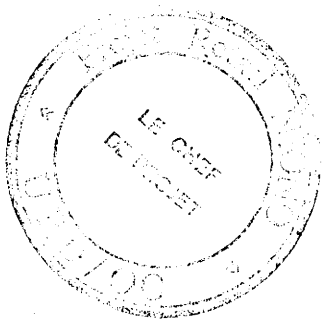
UNIVERSITÉ PAUL VALÉRY
Arts, Lettres, Langues et Sciences Humaines
MONTPELLIER III

GÉOGRAPHIE DE L'AMÉNAGEMENT
Option Espaces et Développement

ADAPTATION DES SYSTÈMES DE PRODUCTION A L'ARIDITÉ AU MAROC ET AU SAHEL

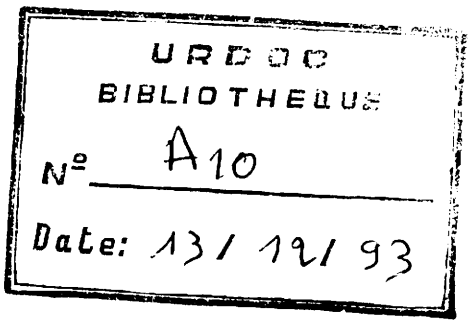
Volume II : Publications et travaux



THÈSE DE DOCTORAT

présentée et soutenue publiquement par

Philippe JOUVE



Sous la direction
du Professeur Pierre CARRIERE

devant le jury composé de :

Pierre CARRIERE	Professeur, Montpellier III
Jacques FAYE	Directeur Scientifique CIRAD-SAR
François PAPY	Directeur de Recherche INRA
Henri PICHERAL	Professeur, Montpellier III
Jean-Pierre RAISON	Professeur, Paris X

le 13 Décembre 1993

LISTE DES PUBLICATIONS RELATIVES A L'ÉTUDE DES SYSTEMES DE PRODUCTION ET DE LEUR ADAPTATION A L'ARIDITÉ *

1 JOUVE P., 1983. - *L'histoire des connaissances agronomiques : une série de ruptures.*- Cours introductif ESAT-CNEARC.

4 JOUVE P., 1986. - *Un modèle d'aménagement hydro-agricole à l'épreuve du temps et de l'évolution des systèmes de production. Le cas des grands périmètres irrigués marocains.* - Les Cahiers de la Recherche-Développement, n°14-15, p. 121-131.

12 JOUVE P., 1985. - *La comparaison d'itinéraires techniques, une méthode d'expérimentation agronomique en milieu réel.* - Les Cahiers de la Recherche-Développement, n°6, p. 39-44.

13a PAPY F., JOUVE P., OUSSIBE M., 1982. - *Les contraintes pédoclimatiques à l'exploitation agricole des zones semi-aride et aride du Maroc occidental.* - Revue de Géographie du Maroc (nouvelle série), n°5, 1982, p. 121-133.

14 JOUVE P., PAPY F., 1983. - *Les systèmes de culture dans les zones semi-aride et aride du Maroc occidental.* - Revue de Géographie du Maroc, n°7, nouvelle série, p. 3-20.

16 JOUVE P., BERRADA A., 1979. - *Résultats d'expérimentations en aridoculture.* - Rev. Le Maroc agricole, n°113, mars 1979, p. 20-24.

17 JOUVE P., 1979. - *Analyse des modes de conduite des céréales et voies d'amélioration des rendements.* - Communication aux journées sur la céréaliculture marocaine, avril 1978. Rev. Hommes, Terres et Eaux, vol. 9, n°35, nov.-déc. 1979, p. 79-85.

18 JOUVE P., 1983. - *La lutte contre la sécheresse par les techniques culturales.*- Rev. Les Hommes, Terres et Eaux, n°52/53, sept.-déc. 1985, Rabat, p. 111-118.

22 JOUVE P., DAOUDI A., 1983. - *Effets de la date de semis sur l'élaboration du rendement du blé tendre et de l'orge en zones semi-aride et aride* (cas du Maroc atlantique). - Revue L'agronomie tropicale, 39-3, p. 216-227.

---

* Les numéros d'ordre des publications sélectionnées dans ce volume renvoient à la liste complète des travaux et publications figurant à la fin de l'avant-propos du volume I (pp. 29-34).

23 JOUVE P., 1984. - *Relation entre déficit hydrique et rendement des céréales (blé tendre et orge) en milieu aride.* - Revue L'agronomie tropicale, 39-4, p. 308-316.

25 JOUVE P., 1986. - *Quelques principes de construction de typologies d'exploitations agricoles suivant différentes situations agraires.* - Communication au colloque "Diversification des modèles de développement rural", 17-18 avril 1986, MRT Paris. Les Cahiers de la Recherche-Développement, n°11, p. 48-56.

26 JOUVE P., 1988. - *Réflexions sur la spécificité et l'utilité de la notion de système agraire.* - Les Cahiers de la Recherche-Développement, n°20, p. 5-16.

27 BOULIER F., JOUVE P., 1990. - *Evolution des systèmes de production sahéliens et leur adaptation à la sécheresse.* - R3S, CORAF, CILSS, 143 p.

28 JOUVE P., 1988. - *Sécheresse au Sahel et stratégies paysannes.* - Rev. Sécheresse, science et changements planétaires, n°1, vol. 2, mars 1991, p. 61-69.

31 JOUVE P., MERCOIRET M.R., 1987. - *La Recherche-Développement : une démarche pour mettre les recherches sur les systèmes de production au service du développement rural.* - Communication à la réunion du CGIAR de Montpellier le 19 mai 1987. - Les Cahiers de la Recherche-Développement, n°16, p. 8-13.

36 JOUVE P., DAVID D., 1985. - *Diversité spatiale et évolution des modes d'association de l'agriculture et de l'élevage dans la région de Maradi au Niger.* - Les Cahiers de la Recherche-Développement, n°7, juillet 1985, p. 54-64.

37 JOUVE P., 1991. - *Recherches sur les systèmes de production et Recherche-Développement en agriculture.* - Cours ICRA Montpellier.

38 JOUVE P., 1993. - *Usages et fonctions de la jachère en Afrique de l'Ouest et au Maghreb.* - A paraître dans la revue Agricultures, ed. AUPELF-URFF.

1

L'histoire des connaissances agronomiques : une série de ruptures.

Philippe JOUVE

L'HISTOIRE DES CONNAISSANCES AGRONOMIQUES : UNE SERIE DE RUPTURES

Philippe JOUVE
1983

Les étapes de la connaissance agronomique

Les connaissances relatives à la production vegétale cultivée ont suivi une évolution qui peut être résumée en trois grandes étapes historiques :

- La première qui va *de l'antiquité au 19ème siècle à été marquée par une démarche essentiellement empirique*. Les ouvrages les plus anciens qui témoignent de cette démarche sont ceux de XENOPHON, décrivant quatre siècles avant J.C.les techniques agricoles de la Grêce antique puis ceux de VARON et COLUMELLE trois siècles plus tard, enregistrant les traditions agricoles romaines.

Aux 11ème et 12ème siècle, en Andalousie, des agronomes arabes dont le plus connu est IBN EL AWAM partant de la tradition romaine et carthaginoise, analysent les pratiques agricoles du sud de l'Espagne. Au pragmatisme des anciens, basé sur la compilation de faits en vue d'énoncer des recettes à caractère général, ils ajoutent l'étude comparée de situations culturales contrastées. Ils vont même jusqu'à élaborer des expérimentations permettant de préciser l'action de certaines techniques culturales telles que le travail du sol ou l'irrigation. Cette première tentative d'une réflexion scientifique sur les processus qui déterminent la production agricole sera interrompue par la reconquête du sud de l'Espagne par le pouvoir catholique (1).

Il faudra ensuite attendre le 16ème siècle pour que cette démarche d'empirisme raisonné ait une suite. Elle se concrétisera par les travaux de l'espagnol ALONSO DE HERRERA largement inspirés des ouvrages des agronomes andalous et par ceux d'OLIVIER DE SERRES rapportés dans son traité célèbre : "Théâtre d'agriculture et mesnage des champs".

La remise en cause du rôle de l'humus suite aux découvertes de LEIBIG sur l'alimentation minérale des plantes et la mise en évidence des échanges d'énergie et de matière entre la plante et le milieu grâce aux travaux de SAUSSURE sur la photosynthèse seront l'amorce d'un changement important dans l'étude de la production végétale.

---

1 Voir à ce sujet la thèse de Lucie BOLENS "*Les méthodes culturales au moyen âge d'après les traités d'agronomie andalous : traditions et techniques*". Editions Médecine et Hygiène - Genève 1974.

Cette nouvelle étape qui correspond à une période de rapides progrès scientifiques et technologiques *se caractérise par des études analytiques* de l'influence de certains facteurs de production sur le rendement des cultures (fertilisation) et par l'approfondissement des connaissances relatives à la physiologie des plantes considérées en tant qu'individus.

A bien considérer cette période on s'aperçoit que *les progrès sensibles qui s'y manifestent,* concernant l'étude des productions vegétales cultivées, *résultent essentiellement de l'application de connaissances obtenues dans des sciences périphériques de l'agronomie.* Le fait que LEIBIG ait été chimiste et DE SAUSSURE physiologiste, en est une bonne illustration. Une science ne pouvant se constituer seulement par les "retombées" des sciences amont ou aval, l'étude des productions végétales ne parvient pas à acquerir un statut de discipline scientifique reconnu par tous. Elle se dilue dans l'énoncé de fragments de connaissances relatifs aux différents facteurs de la production végétale : le sol, le climat, la plante, les techniques, considérés le plus souvent de façon séparée. Il n'est pas surprenant alors que l'enseignement de cette pseudo-discipline apparaisse comme un "patchwork" une juxtaposition de connaissances acquises en pédologie, physiologie végétale, chimie du sol, botanique, etc...

La deuxième caractéristique propre à cette phase analytique est le *morcellement des connaissances* qui fait du savoir agronomique une sorte d'archipel sans liens structurés entre ses parties. La conséquence la plus manifeste de cette situation est une production scientifique sectorielle et contingente des conditions où elle a été obtenue. Les fonctions de production reliant les apports d'engrais au rendement des cultures constituent l'archétype de cette production scientifique sectorielle qui ne peut déboucher que sur l'établissement de "reférences" c'est-à-dire de résultats n'ayant de valeur que pour des conditions de milieu de techniques et de matériel végétal bien déterminées. Du point de vue de la formation, cette production de références, suscite très logiquement un enseignement normatif, guide pour l'action lorsque toutes les conditions de la pratique correspondent à celles qui valident la référence, mais qui, en aucun cas, ne peut autoriser la prévision.

Or si l'on veut bien admettre que la science est "une connaissance objective qui établit entre les phénomènes des rapports universels et nécessaires autorisant la prévision de résultats" (2) on est forcé d'admettre que les "attitudes" intellectuelles qui ont prévalu au cours de cette deuxième phase sont encore à classer comme pré-scientifiques.

---

2 M.C. BARTHOLY et al. "*La Science*" Philosophie critique. Magnard

- *la troisième étape* du développement des connaissances en matière de production végétale cultivée s'inscrit dans un mouvement général des sciences qui en réaction avec les tendances ultra-anlytiques des périodes précédentes *tente de restaurer une approche plus synthétique des phénomènes étudiés, en mettant l'accent sur les inter-relations entre les élèments qui confèrent à ces phénomènes leur untité fonctionnelle.*

Cette évolution dans le domaine des sciences appliquées à l'agriculture s'est trouvée d'autant plus nécessaire que malgré certains progrès remarquables dans des secteurs particuliers de la production (fertilisation minérale, amélioration variétale) la maîtrise de l'ensemble du processus de production ne pouvait être assurée par les connaissances analytiques sectorielles, produites jusqu'alors.

Cette troisième phase de synthèse dont les conséquences méthologiques pour l'agronome ont été clairement précisées par M.SEBILLOTTE (3) ne reflète pas seulement l'évolution normale des sciences qui, suivant leur degré d'avancement, passeraient successivement par les stades descriptif, inductif, déductif et axiomatique mais *constitue une véritable rupture* au sens où l'entendait BACHELARD lorsqu'il écrivait "... le progrès scientifique manifeste toujours une rupture, de perpétuelles ruptures entre connaissance commune et connaissance scientifique, dès qu'on aborde une science évoluée, une science qui du fait même de ces ruptures, porte la marque de la modernité..."(4). En effet, contrairement à la propension habituelle de l'esprit à rechercher dans les progrès des connaissances une continuité, c'est en terme d'erreurs à rectifier que ce progrès s'opère.

Dans le domaine qui nous intéresse ici, *la rupture qui caractérise la démarche des savants du 19ème siècle tels que LIEBIG et DE SAUSSURE, a été de substituer à la recherche de la variété propre à l'empirisme, celle de la variation.* Même si cette recherche s'est focalisée sur certains aspects de la production elle s'est révélée beaucoup plus fructueuse que l'inventaire et le constat de pratiques agricoles dont les seules justifications étaient d'ordre substantialiste (humus) ou anthropomorphique (alimentation des plantes)

La seconde rupture qui a permis l'émergence d'une approche nouvelle de l'étude des productions végétales cultivées est, de notre point de vue, plus radicale. Véritable révolution copernicienne, elle *inverse le rapport entre réalité et théorie en affirmant le primat*

---

3 M. SEBILLOTTE "*Agronomie, Agriculture, Essai d'analyse des taches de l'agronome*" Cah. ORSTOM ser. Biol. n° 24 - 1974 - 3-25.
4 G. BACHELARD "*Le matérialisme rationnel*" PUF 1972 pp. 207.

de l'idée sur le fait. Rompant avec le sens commun qui préside à ce que l'on pourrait appeler une "agronomie spontanée" où l'explication nait des rapports analogiques entre les situations observées, elle ordonne cette observation et la collecte de données à une construction intellectuelle préalable de l'objet à étudier. Cette attitude nouvelle revient à prendre au sérieux l'avertissement de POINCARE lorsqu'il écrivait que "l'accumulation de faits n'est pas plus une science qu'un tas de pierres n'est une maison" (5). Les faits ne parlent pas s'ils n'ont pas été construits pour cela.

Le plus bel exemple que l'on puisse donner de cette attitude nouvelle nous est fourni par les travaux de S.HENIN sur le comportement structural des sols. Délaissant le fatras de descriptions particulières du comportement des sols qui encombrent les traités anciens, il conçoit une théorie des mécanismes qui déterminent l'activité et la stabilité structurales des sols. Partant de là, il en déduit les dispositifs expérimentaux (tests alcool, benzène, etc...) qui permettent de vérifier cette théorie et de la rendre opératoire. Prolongeant ce travail théorique et expérimental il définit avec ses collaborateurs le point de vue que désormais les agronomes doivent avoir pour observer le sol in situ, en créant le concept de "profil cultural" illustrant ainsi le précepte bien connu que "le point de vue crèe l'objet". Désormais l'étude des sols par les agronomes ne pourra plus se confondre comme c'était souvent le cas auparavant, à de la pédologie détournée.

De cette rupture avec les attitudes scientifiques précédentes, aboutissant à la construction d'un objet d'étude spécifique même si ses éléments séparés concernent d'autres disciplines, *est née l'agronomie moderne.* En effet, comme le dit Max WEBER : "ce ne sont pas les rapports réels entre les "choses" qui constituent le principe de la délimitation des différents domaines scientifiques, mais les rapports conceptuels entre problèmes. Ce n'est que là où l'on applique une méthode nouvelle à des problèmes nouveaux et où l'on découvre ainsi de nouvelles perspectives que nait aussi une "science nouvelle" (6).

Le point de vue de l'agronomie

Le "point de vue" de l'agronomie sur les productions végétales c'est, fondamentalement, l'étude des relations entre un couvert végétal cultivé et les conditions de son environnement résultant des états du milieu physique (sol et climat) et biologique (flore, faune parasites) tranformés par les techniques, en vue d'établir les lois de fonctionnement de ce couvert végétal. il est assez intéressant de constater que cette définition constitutive de

---

5 H. POINCARE "*La science et l'hypothèse*" 1902 Flamarion 1943 p. 108.
6 M. WEBER "*Essais sur la théorie de la Science*" cité par P. BOURDIEU dans "*Le métier de sociologue*" Ed. MOUTON 1980 p. 51.

l'agronomie moderne rejoint assez exactement l'étymologie même du mot agronomie qui est l'étude des lois (nomos) du champ cultivé (agros).

De cette définition découle un certain nombre de conséquences qu'il importe de clairement expliciter si l'on veut pratiquer correctement cette discipline. Tout d'abord, il apparait que c'est l'étude des relations entre les éléments d'un système (le champ cultivé et non plus la plante considérée isolément) qui constitue la démarche de base de l'agronomie au point que l'on pourrait également la définir comme "*l'écologie du champ cultivé*". L'étude des relations entre sol-plante et climat à l'échelle de la parcelle, vise à expliquer les mécanismes qui règlent ces relations; "c'est la relation qui dit tout, qui prouve tout, qui contient tout" (7).

Un tel objectif ne peut être atteint que par l'élaboration progressive d'une théorie permettant d'établir les lois de fonctionnement du système : sol, peuplement cultivé, climat et de ses modifications par les techniques. La production scientifique escomptée n'est plus alors l'établissement plus ou moins empirique de références mais la mise à jour de mécanismes rendant compte du fonctionnement d'un couvert végétal cultivé et l'établissement de schémas synthétiques permettant de comprendre comment s'élabore le rendement d'une culture.

Cet effort théorique, qui est loin d'être achevé, *passe obligatoirement par une réflexion sur les méthodes* à appliquer pour étudier l'objet de l'agronomie. En effet, on serait tenter de dire de la théorie agronomique ce que KEINES écrivait de la théorie économique : "Elle ne fournit pas un corps de conclusions établies et immédiatement applicables. C'est une méthode plutôt qu'une doctrine, un instrument de l'esprit, une technique de pensée qui aide celui qui en est pourvu à tirer des conclusions correctes"(8)

Bien qu'il faille faire preuve de vigilance pour éviter que ce recours à la méthode ne conduise à une formation stérile et à un fétichisme des outils mathématico-statistiques qui de moyens deviennent parfois une fin, ce souci de méthode est cependant fondamental pour qui veut enseigner l'agronomie.

La deuxième conséquence de cette évolution de la pensée agronomique qui a permis d'en clarifier l'objet, a été de permettre une distinction claire entre "Agronomie" discipline scientifique et "Agriculture" activité humaine destinée à produire des aliments ou des fibres végétales. Cela n'est pas un mince mérite que d'avoir ainsi permis de lever la

---

7 G. BACHELARD "*La valeur inductive de la réalité*".
8 *Cité par P.BOURDIEU in "le métier de sociologue" op.cit.*

confusion courante qui règnait jusqu'ici entre ces notions aussi bien au niveau du langage courant que dans l'enseignement et la recherche. Les connaissances nécessaires à la conduite de l'ensemble des activités agricoles étant extrèmement diverses, on comprend mieux pourquoi, tant que dans les écoles de formation ont été confondues les notions d'agriculture et d'agronomie, l'enseignement a été soumis à une pesanteur constante en faveur de l'encyclopédisme au détriment de la formation de l'esprit scientifique.

L'agriculture n'est en effet que partiellement déterminée par les impératifs agronomiques, si bien que définir l'agronomie comme "théorie d'une pratique" qui serait l'agriculture nous parait discutable. En effet, si cela permet de signifier le caractère à la fois scientifique et appliqué de l'agronomie, cela incite aussi à certain impérialisme propre à la plupart des disciplines scientifiques qui consiste à vouloir expliquer de leur seul point de vue une réalité qui dépasse largement le champ de leur domaine d'étude.

Ainsi l'étude du développement agricole nécessite la conjugaison de différents points de vue et en particulier de ceux des sciences techniques et des sciences humaines. Il n'en reste pas moins que l'analyse des processus de développement et de ses avatars ainsi que la proposition d'alternatives crédibles ne peuvent s'envisager sans le recours à l'agronomie.

4

Un modèle d'aménagement hydro-agricole à l'épreuve du temps et de l'évolution des systèmes de production. Le cas des grands périmètres irrigés marocains.

Philippe JOUVE

Les Cahiers de la Recherche Développement
n° 14-15 - Juin-Septembre 1987

UN MODELE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE A L'EPREUVE DU TEMPS ET DE L'EVOLUTION DES SYSTEMES DE PRODUCTION
Le cas des grands périmètres irrigués marocains

P. JOUVE*

Communication présentée au séminaire "Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production"
DSA - CIRAD - Montpellier - 16-19 décembre 1986

RESUME

Le modèle d'aménagement hydro-agricole de l'Office National des Irrigations du Maroc accordait la prééminence aux petites exploitations familiales équipées en traction animale. Plus de vingt ans après son élaboration, il est apparu intéressant d'analyser si ce modèle s'est avéré être un bon "outil" au service de la mise en valeur agricole et quels sont les problèmes qu'a posés sa mise en œuvre.

Il s'est posé, tout d'abord, des problèmes de fonctionnement interne dûs à une détérioration ou à une mauvaise adaptation de certains éléments de l'aménagement, en particulier le nivellement et l'accès aux parcelles. Les autres problèmes rencontrés résultent de l'évolution des systèmes de production qui, au lieu d'aller vers le renforcement des petites exploitations familiales, a au contraire maintenu, voire renforcé, les disparités foncières initiales. A travers l'analyse de ces problèmes, sont mises en évidence les contradictions entre le modèle de référence et les conditions techniques, sociales et économiques de la mise en valeur agricole qui ont prévalu dans les grands périmètres marocains.

SUMMARY

The hydro-agricultural development model used by the Office National des Irrigations du Maroc (Moroccan National Irrigation Board) gave priority to small family farms with animal draught. More than 20 years after it was designed, it appeared interesting to analyse whether the model was a good "tool" in the service of agricultural development and what problems had been posed by putting it into practice.

There were first of all problems of internal operation caused by degradation or poor suitability of certain parts of the development, in particularly concerning levelling and access to fields. The other problems encountered result from the evolution of farming systems which, instead of tending to reinforce small family farms, has in contrast maintained or even increased initial disparities in landholding. Analysis of these problems reveals the contradictions between the reference model and the technical, social and economic conditions which have prevailed in agricultural development in large perimeters in Morocco.

RESUMEN

El modelo de ordenamiento hidroagrícola del Oficio Nacional de Riego de Marruecos, otorgaba la preeminencia a las pequeñas explotaciones familiares equipadas de tracción animal. Más de veinte años despues de su elaboración pareció interesante analizar si este modelo fue una buena "herramienta" al servicio de la valorización agrícola, y cuales son los problemas que planteó su realización.

Se plantearon primeramente problemas de funcionamiento interno debidos a un deterioro o a una falta de adaptación de ciertos elementos del ordenamiento, especialmente la nivelación y el acceso a las parcelas. Los otros problemas resultan de la evolución de los sistemas de producción que, en vez de reforzar las pequeñas explotaciones familiares, mantiene por lo contrario y hasta refuerza las disparidades iniciales entre las unidades de producción. A través del análisis de estos problemas se ponen de relieve las contradicciones que existen entre el modelo de referencia y las condiciones técnicas, sociales y económicas de la valorización agrícola que han orientado los grandes perímetros de Marruecos.

MOTS CLES : Aménagement hydro-agricole- Exploitation agricole - Adoption de l'innovation Evaluation - Système de production - Système d'irrigation - Irrigation - Maroc

* Agronome, DSA-CIRAD

Une grande partie, sinon la totalité des pays en voie de développement (PVD) se situent en régions chaudes et nombreux sont ceux dont l'agriculture est handicapée par une pluviométrie insuffisante ou mal répartie provoquant des déficits hydriques très préjudiciables à la productivité des cultures, à la régularité des récoltes et à l'alimentation des troupeaux.

Aussi, chaque fois que cela est possible **la mobilisation des ressources hydrauliques apparait comme un moyen privilégié d'amélioration de la production agricole des PVD.** Cette mobilisation a déjà été largement engagée puisque sur les 200 millions de terres irriguées dans le monde, près de 75 % se trouvent dans ces pays (MURDOCH 1985) et produisent pratiquement autant que le reste des terres cultivées.

Par ailleurs, les possibilités de développement des cultures irriguées demeurent importantes. On estime que la superficie qui leur est consacrée pourrait être doublée et contribuer ainsi de façon notable à l'autosuffisance alimentaire de nombreux PVD.

Cependant, il ne faut pas se cacher que **cette voie d'intensification est coûteuse et parfois hasardeuse.** Le coût de l'aménagement hydro-agricole, très variable suivant les pays, se situe généralement entre 30 000 F et 60 000 F/ha. A ces coûts s'ajoutent les frais d'exploitation de maintenance et l'ensemble représente des charges financières rapidement insupportables pour des pays en voie de développement si la mise en valeur agricole attendue de ces aménagements ne se réalise pas comme prévue.

Or, c'est souvent le cas, notamment en Afrique de l'ouest et cette situation contribue de façon sensible à l'endettement de ces pays.

Dans ces conditions, plutôt que d'être une aide au développement, les aménagements hydro-agricoles deviennent alors un frein car ils mobilisent des ressources qui auraient pu être plus utiles dans d'autres secteurs.

Aussi faut-il faire preuve de beaucoup d'esprit critique dans la réalisation de **ces aménagements** et ne jamais perdre de vue qu'ils ne sont **qu'un moyen, un outil, au service de la mise en valeur** et non l'inverse, et que **leur réussite est conditionnée par la prise en compte de l'ensemble des relations qui lient l'aménagement et le type de mise en valeur projeté.**

Un certain nombre de ces relations sont nécessairement prises en considération dans l'élaboration des projets d'aménagement hydro-agricole. Ce sont celles, notamment, qui découlent de la politique nationale en matière d'aménagement hydro-agricole et celles qui influent directement sur la définition des bases techniques des aménagements.

Au niveau de la conception de l'aménagement ces relations se concrétisent notamment par l'élaboration du plan de culture ou d'assolement qui fixe la nature et l'importance des spéculations ainsi que leur répartition dans l'espace et dans le temps.

Ce plan de culture constitue généralement un compromis entre :

- d'une part, les potentialités du milieu physique (sol et climat), les objectifs de la politique agricole et les conditions locales de mobilisation de la terre et des hommes.

- d'autre part, les contraintes imposées par la mobilisation des ressources hydrauliques.

Les choix faits à ce niveau vont directement influer sur les caractéristiques techniques de l'aménagement, aussi bien en ce qui concerne les modes d'irrigation, la trame hydraulique, le calibrage des réseaux ou la disposition du parcellaire.

Tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à des projets d'aménagement hydro-agricole connaissent ce type de relations. Par contre, **ce qui nous parait nettement moins bien perçu** parce que peut être plus difficile à appréhender et apparemment moins nécessaire "techniquement" à la conception de l'aménagement, **ce sont les relations entre l'aménagement et les systèmes de production** qui vont en assurer la valorisation.

C'est en effet à leur niveau que se font l'essentiel des choix qui conditionnent la réussite de la mise en valeur et donc la rentabilisation de l'aménagement : que ce soit le choix des cultures à irriguer, leur importance par rapport aux cultures pluviales, le mode d'irrigation, le degré d'utilisation d'intrants et donc d'intensification des cultures ou l'entretien des aménagements, etc...

Aussi, nous voudrions faire porter notre réflexion sur la **nécessité d'une cohérence entre le modèle d'aménagement et les systèmes de production qui vont devoir valoriser cet aménagement,** car cette cohérence nous parait être le fondement même de l'efficacité de l'aménagement considéré comme un "outil" au service de la mise en valeur agricole (1).

Pour illustrer cette proposition nous analyserons l'expérience marocaine en matière d'aménagement hydro-agricole. Cette expérience nous parait intéressante pour au moins trois raisons :

- Tout d'abord par son ampleur et sa diversité. Des trois pays du Maghreb, le Maroc est celui qui dispose des ressources hydrauliques les plus importantes et qui a entrepris la politique hydro-agricole la plus ambitieuse puisqu'elle vise à irriguer plus d'un million d'hectares d'ici l'an 2 000. En 1985, 550 000 ont déjà été aménagés et équipés de façon moderne dans les neuf grands périmètres du pays auxquels s'ajoutent les

(1) Une partie des idées exposées ici reprend et complète celles exprimées dans un article déjà paru "l'aménagement hydro-agricole et les systèmes de production" Revue Hommes terres et eau n°13 - Rabat.

périmètres de moyenne et petite hydraulique et les aménagements traditionnels qui concernent près de 300 000 ha.

- Les aménagements hydro-agricoles marocains représentent par leur dimension, leur ancienneté et leur diversité, une expérience à partir de laquelle il peut être tiré des enseignements extrêmement profitables aussi bien pour la région méditerranéenne que pour les pays du Sud du Sahara. Un transfert technologique vers ces pays, en se gardant bien d'une simple transposition et en tenant compte de leur spécificité, serait certainement très utile.

- Enfin, il se trouve qu'après l'indépendance le Maroc ayant accordé la priorité au développement de l'agriculture irriguée, **un modèle d'aménagement a été élaboré par l'Office National des Irrigations** (ONI). Conçu **au début des années 60 il a été ensuite appliqué dans la plupart des grands périmètres d'irrigation du pays.**

Ce modèle a comme particularité de définir les bases techniques de l'aménagement en fonction d'objectifs précis de mise en valeur des zones irriguées. **Il constitue de ce fait une excellente illustration des relations entre aménagements et conditions techniques, économiques et sociales de la mise en valeur agricole.**

Par ailleurs, ayant été appliqué dans différents périmètres pendant plus de vingt ans, il est désormais possible de juger de son efficacité en prenant précisément comme critère de jugement sa plus ou moins grande cohérence avec les systèmes de production qui ont prévalu dans ces périmètres.

I. LES CARACTERISTIQUES DU MODELE D'AMENAGEMENT DE L'ONI

Les principales caractéristiques de ce modèle sont les suivantes :

a. irrigation gravitaire avec réseau de canaux en béton semi-circulaires portés jusqu'aux tertiaires, prolongés par des canaux quaternaires ou arroseurs en terre.

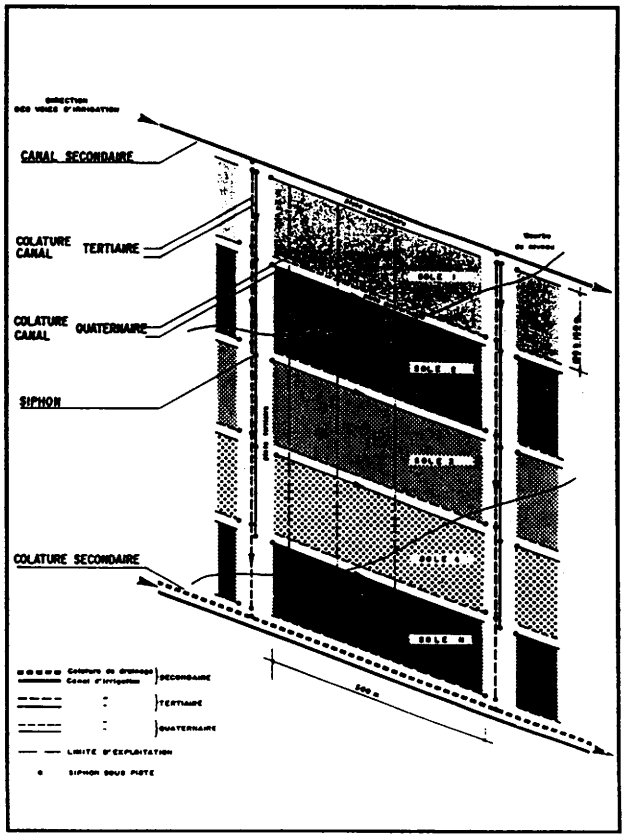
b. trame d'irrigation dite "trame rationnelle" ou trame B où les canaux tertiaires sont en général perpendiculaires aux courbes de niveau et dominent un certain nombre de blocs ou d'unités d'irrigation divisés en "soles de cultures" de 100 à 150 m de large dominées elles-mêmes par un canal arroseur (cf. schéma 1).

c. la main d'eau délivrée dans les arroseurs est en général de 30l/sec.

d. les propriétés sont disposées parallèlement au canal tertiaire et recoupent toutes les soles dont le nombre par bloc est équivalent au nombre des cultures principales de l'assolement prévu dans le bloc.

e. l'irrigation de la parcelle doit se faire, suivant la nature des cultures, à la raie ou par calants alimentés à partir de l'arroseur par une batterie de siphons qui permet une irrigation à deux débits consécutifs : un débit d'attaque et un débit d'entretien afin de répartir au mieux l'eau le long de la raie et diminuer les pertes en profondeur et en colature.

Schéma 1 - BLOC D'IRRIGATION EN TRAME B
(accès par l'amont)



II. RELATION DE CET AMENAGEMENT AVEC LA MISE EN VALEUR AGRICOLE

1. Les objectifs de la mise en valeur

Si on analyse la logique de mise en valeur qui sous-tend un tel modèle d'aménagement on est amené à constater sa cohérence avec les objectifs de la politique agricole définis à l'époque pour les grands périmètres d'irrigation du Maroc. Ces objectifs étaient les suivants :

a. Renforcer la petite et moyenne exploitation (5 à 20 ha) faisant largement appel à la main d'oeuvre familiale et utilisant la traction animale.
Le modèle de ce type d'exploitation est constitué par les lotissements de la réforme agraire constitués sur les terres de colonisation récupérées. Le fait que ces lotissements familiaux de 5 ha, regroupés en coopérative de service, aient été largement préférés aux autres modes de dévolution possible des terres récupérées : coopérative de production, fermes d'état ou constitution d'exploitations privées de grande taille, est très significatif du choix politique fait à l'époque et qui a été en partie remis en question depuis.

Dans ce modèle d'aménagement le recours à la traction mécanique n'était prévu qu'avant l'installation des cultures pour les travaux préparatoires du sol. Ces travaux peuvent alors se faire dans le sens de la plus grande dimension de la sole (400 m) et être de ce fait réalisés collectivement par des tracteurs loués (Etat ou particuliers) ou par ceux de la coopérative dans le cas des lotissements.

Par contre, l'utilisation du tracteur pour effectuer les façons d'entretien qui se font nécessairement dans le sens des raies d'irrigation c'est-à-dire suivant la largeur de la sole, est pratiquement impossible par suite du cloisonnement des soles par les canaux arroseurs, surélevés pour permettre l'irrigation par siphons. L'utilisation du tracteur pour ces façons culturales supposerait la création de tournières en amont et en aval qui créeraient une discontinuité dans la circulation de l'eau au niveau des raies d'irrigation et empêcherait le bon fonctionnement du dispositif d'irrigation prévu à la parcelle.

Si l'on veut respecter la logique du mode d'aménagement, ces façons d'entretien doivent être effectuées à la main ou à l'aide de la traction animale, ce qui est cohérent avec le type de système de production que l'on souhaitait privilégier dans les périmètres irrigués.

Cette option a également influé sur le mode d'irrigation qui a été retenu, à savoir l'irrigation gravitaire. Ce mode d'irrigation a été préféré à l'aspersion à la fois pour des raisons économiques (le coût d'équipement et surtout de fonctionnement ayant été jugé plus élevé en aspersion qu'en irrigation gravitaire) mais aussi pour des raisons liées aux systèmes de production qui devaient prévaloir dans ces périmètres et qui étaient caractérisées par :
- une main-d'oeuvre familiale abondante,
- une faible technicité des irrigants
- des exploitations de petite taille qui nécessiteraient des regroupements pour l'utilisation rationnelle de l'irrigation par aspersion, regroupements jugés difficiles à réaliser en dehors des coopératives de la réforme agraire,
- enfin des assolements comportants des cultures (riz, canne à sucre, coton...) exigeant des doses d'irrigation élevées (8 à 15 000 m3/ha).

L'aspersion a cependant été retenue dans des situations particulières : sols sableux perméables, modelé irrégulier du sol, resources en eau limitées (cas de la région des Doukkala par exemple).

b. Faire appliquer le plan de mise en valeur

La trame B en disposant les exploitations perpendiculairement aux soles de cultures permet de regrouper les différentes parcelles des exploitants consacrées à une même culture sur une même sole. De cette façon il est alors possible de pratiquer un assolement collectif par bloc, le nombre des soles du bloc étant équivalent au nombre de cultures prévues dans l'assolement (cf. schéma 1).

Cette posibilité qu'offre la trame B visait à :

- faire appliquer le plan d'assolement prévu pour le périmètre et rendu obligatoire par le Code des investissements agricoles qui est la loi cadre de mise en valeur des périmètres irrigués Marocains promulguée en juillet 1969.

- faciliter la distribution de l'eau par l'organisation d'un "tour d'eau" correspondant non pas aux demandes particulières des irrigants mais aux exigences de chaque culture, c'est-à-dire de chaque sole.

Ce dispositif apparait effectivement comme "rationnel" et bien adapté aux objectifs et modalités de la mise en oeuvre projetée dans les nouveaux périmètres d'irrigation.

En particulier, l'application progressive du plan d'assolement devrait être grandement facilitée par la distribution collective de l'eau qui contraint en principe les agriculteurs à pratiquer la même culture par sole et ainsi à respecter l'assolement prévu pour chaque bloc.

c. Faciliter l'intervention des Centres de mise en valeur (CMV) en vue de développer certaines cultures nouvelles, en particulier *les cultures industrielles.*

Les CMV sont les antennes locales des Offices régionaux de mise en valeur agricole (ORMVA) qui ont en charge les grands périmètres d'irrigation.

L'intervention des CMV en faveur du développement des cultures industrielles (betterave, canne à sucre, coton...) se fait dans le cadre "d'opérations intégrées" qui donnent lieu par le biais de contrats de culture passés entre les Offices et les agriculteurs, à toute une série de prestations de service : distribution d'engrais, de semences sélectionnées, réalisation de travaux à façon, octroi de crédit de campagne, etc...

La trame B, si elle est correctement appliquée, facilite ces opérations en regroupant les parcelles de betterave ou de canne à sucre de plusieurs exploitants dans une même sole dont la superficie varie suivant la taille des blocs entre 2 et 6 ha.

Ce regroupement facilite non seulement l'intervention des CMV pour les travaux du sol qui nécessitent le recours à la traction mécanique (labours) et qui ne peuvent être assurés par les petits exploitants équipés en traction animale mais aussi la planification et le suivi des cultures sous contrat ainsi que l'organisation de leur récolte et de leur transport à l'usine de traitement.

d. Favoriser la constitution de groupements d'agriculteurs sous forme de coopératives de service pour l'utilisation de la traction mécanique, la distribution de l'eau, la gestion du réseau ou l'entretien des plantations arbustives. La disposition des exploitations en trame B favorise ces regroupements en même temps qu'elle les rend plus ou moins nécessaires.

2. Analyse du fonctionnement du modèle

Après cette présentation rapide des principales caractéristiques du modèle d'aménagement conçu par l'ONI pour les périmètres irrigués marocains et des objectifs de mise en valeur qui se sous-tendaient, nous allons examiner maintenant comment ce modèle a fonctionné.

Nous ferons cette analyse à partir d'un certain nombre d'études et d'enquêtes effectuées pour une grande part dans le cadre des activités de recherche de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Ces travaux ont principalement porté sur les périmètres du Tadla (JOUVE 1976), des Doukkala (PAPY 1983) et surtout du Gharb (BOUDERBAIA et al 1975, HASSOU et al 1982, SOUDHO 1984). La similitude de conception et de conditions de mise en valeur dans les autres grands périmètres (HAOUZ, LOUKKOS, BASSE MOULOUYA...) ainsi que les observations que nous y avons faites nous permettent de considérer que l'analyse qui suit s'applique, pour l'essentiel, à l'ensemble des grands périmètres marocains.

On ne surprendra personne en disant d'emblée qu'entre le schéma théorique d'aménagement exposé précédemment et son application dans la réalité, sont apparues au fil du temps un certain nombre de distorsions et d'écarts.

Ces écarts correspondent à deux types de dysfonctionnement du modèle initial :

• il y a ceux qui altèrent le bon fonctionnement technique du modèle sans pour autant remettre en question fondamentalement la logique de mise en valeur sur laquelle il est fondé ;

• et il y a ceux qui au contraire constituent des contradictions assez profondes avec la logique de fonctionnement du modèle et qui concernent très directement les conditions économiques et sociales de la mise en valeur et l'évolution des systèmes de production qui assurent cette mise en valeur.

Il existe bien entendu des liens entre ces deux types de dysfonctionnement, si nous les avons distingués c'est que, de notre point de vue, ils n'ont pas le même sens dans l'évaluation critique du modèle.

a) Les problèmes posés par le fonctionnement interne du modèle

Ces problèmes concernent plus particulièrement :

• *Le nivellement des parcelles*

Les enquêtes effectuées sur le terrain ont montré que 30 à 50 % des parcelles ont un nivellement défectueux. Ce mauvais nivellement peut provenir :

• soit d'une mauvaise exécution du nivellement lors de l'aménagement initial des blocs (contre pente) ;

• soit d'un tassement différentiel du sol après le nivellement ou la pose du réseau de drainage ;

- soit, et c'est le cas le plus fréquent, d'une détérioration du nivellement par une mauvaise réalisation des travaux du sol, notamment lorsque l'on utilise des charrues non réversibles qui créent des dérayures perpendiculairement au sens de l'écoulement de l'eau dans les parcelles.

Le nivellement s'avère être un des éléments les plus vulnérables de l'aménagement. Or, le mode d'irrigation gravitaire par raies longues ou par calants qui a été retenu dans l'aménagement type exige impérativement un bon nivellement.

Lorsque le nivellement se dégrade, c'est une grande partie du dispositif qui s'écroule : l'irrigation par raie longue n'est plus possible, l'utilisation des siphons à deux débits n'a plus d'objet, de même que le canal arroseur surélevé.

Les agriculteurs reviennent alors au système d'irrigation traditionnel en raies courtes ("robta") en traçant des séguias d'alimentation doublant les arroseurs et encadrant les zones basses.

Indépendamment des gênes que le dénivellement crée au niveau de l'irrigation des parcelles, il faut également souligner qu'il entraine des pertes de production importantes dues à la mauvaise levée des plantules, à la création de conditions hydromorphes dans les dépressions et à une alimentation irrégulière des cultures.

Ce qu'il est important de noter c'est que même en soignant l'exécution initiale du nivellement et en évitant les pratiques destructives, le nivellement est un aménagement fugace.

La seule solution pour prévenir sa dégradation et éviter les graves inconvénients qui en découlent est de l'entretenir par des surfaçages périodiques à l'aide de pelles niveleuses qui peuvent même, progressivement, améliorer le nivellement initial.

Le surfaçage doit être considéré comme une opération culturale au même titre que le labour et s'intégrer périodiquement dans les itinéraires techniques des cultures.

Ceci étant, comme pour le labour de fond les petits agriculteurs ne disposent pas des outils et de la force de traction pour réaliser eux-mêmes cette façon d'entretien.

Aussi est-il nécessaire de prévoir des prestations de service pour cela ou mieux, d'organiser les agriculteurs pour l'acquisition et l'utilisation en commun de niveleuses tractées.

• *L'irrigation par siphons à deux débits*

Ce mode de distribution de l'eau à la parcelle qui fait partie intégrante du modèle d'aménagement puisqu'il conditionne très directement certaines de ses caractéristiques (largeurs des soles, longueur des raies, forme et surélévation du canal arroseur, etc...) **est très rarement adopté.**

Pourtant, comme l'ensemble du schéma théorique d'aménagement, il est d'une grande logique : l'emploi de siphons pour alimenter les raies d'irrigation à partir du canal arroseur permet de contrôler la dose d'irrigation et l'utilisation de deux débits successifs dans les raies optimise la répartition longitudinale de l'eau. Sans entrer dans le détail de ce système d'irrigation disons seulement que par cette irrigation à deux débits on cherche dans un premier temps à remplir le plus vite possible les raies d'irrigation à l'aide d'un débit d'attaque de l'ordre de 31/sec/raie puis à maintenir le niveau de l'eau constant dans la raie par un débit d'entretien plus faible (11/sec) jusqu'à ce que la dose souhaitée ait été apportée.

Pourquoi un système aussi ingénieux est-il si peu appliqué ? On peut évidemment incriminer le manque de vulgarisation d'un mode d'irrigation qui n'est pas naturel pour des agriculteurs, bien qu'ils en saisissent assez vite le principe. Mais ceci n'explique pas tout, il y a également des causes qui proviennent des défectuosités de l'aménagement. On a vu **qu'un mauvais nivellement rend très difficile sinon impossible ce mode d'irrigation et le nivellement est souvent défectueux.** Il faut également des canaux arroseurs stables, calibrés en surélévation par rapport à la sole à irriguer. Or ces canaux en terre se dégradent vite, surtout avec des sols à faible stabilité structurale comme le sont souvent les sols de type alluviaux.

Il résulte de tout cela que les pratiques d'irrigation sont loin d'être optimum et que l'**efficience de l'irrigation est bien inférieure à celle prévue initialement** (70 %). Là encore, on découvre la relative vulnérabilité d'un aménagement à la défaillance d'un des éléments qui le constituent.

• *L'accès aux parcelles*

C'est un problème dont l'importance semble avoir été sous-estimée, peut-être à cause des systèmes de production que l'on souhaitait voir prédominer et qui devaient utiliser la traction attelée plutôt que la traction mécanique. Ce problème d'accès aux parcelles est cependant important parce que :

- le choix de la conduite de l'eau par canaux semi-circulaires portés aboutit à un cloisonnement des parcelles auxquelles on ne peut accéder que par les pistes réalisées lors de l'aménagement. Si elles sont mal conçues on devra en subir les conséquences pendant longtemps.

- la disposition des petites et moyennes propriétés en trame B renforce la nécessité de pistes d'accès aux parcelles (tertiaire et quaternaire) facilement disponibles pour tous.

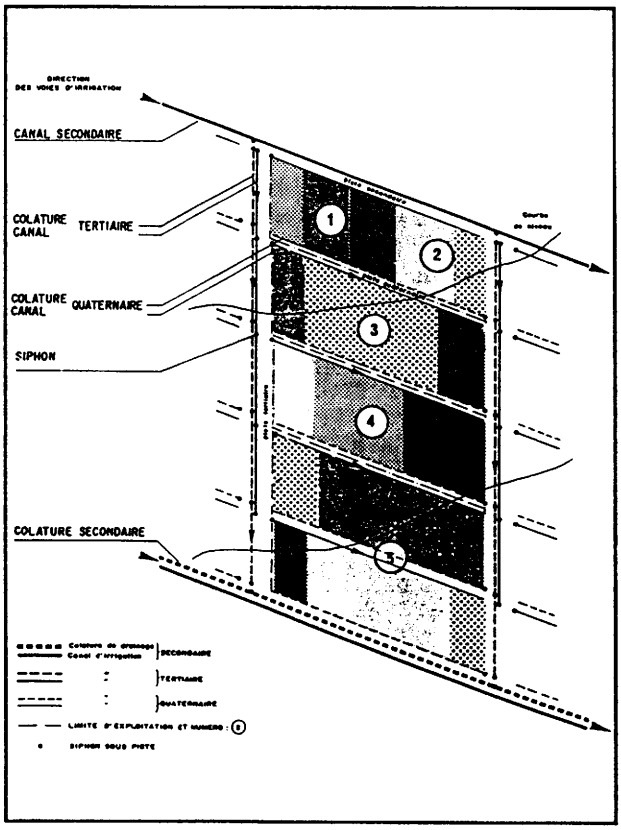
- enfin, le développement de cultures comme la betterave et surtout la canne dont la récolte nécessite des transports importants impose des pistes d'accès aux champs, praticables par des camions d'au moins dix tonnes.

Or, l'accès aux soles de cultures et aux parcelles individuelles pose souvent des problèmes : soit que les pistes d'accès soient rendues impraticables par des stagnations d'eau dues aux fuites du réseau ou à de mauvaises irrigations, soit que leurs dimensions soient mal adaptées aux transports à assurer.

Un progrès sensible a été fait en plaçant les pistes tertiaires d'accès aux soles de culture en amont des blocs plutôt qu'en aval comme cela avait été initialement prévu. Ce mode d'accès qui nécessite des siphons en tête des arroseurs est évidemment plus coûteux que l'accès par l'aval mais il a l'avantage d'éviter l'engorgement des pistes tertiaires, engorgement très fréquent lorsque celles-ci sont situées en aval du bloc.

Quant aux pistes quaternaires elles se sont avérées souvent sous dimensionnées pour permettre une bonne circulation des engins de récolte de la betterave ou la canne à sucre. L'erreur a été de considérer pendant trop longtemps la colature quaternaire qui limite la largeur de ces pistes comme un aménagement pérenne (cf. schéma 2).

Schéma 2 - BLOC D'IRRIGATION EN TRAME A
(accès par l'amont)



La dimension des pistes quaternaires doit être modulée en fonction des besoins des cultures ce qui suppose que l'on accepte de retracer la collature quaternaire au gré de ces besoins. Ceci permettra en outre la réfection et l'entretien de cette collature trop souvent non fonctionnelle.

On voit donc que le fonctionnement technique du modèle d'aménagement conçu par l'ONI a rencontré de nombreuses difficultés qui ont abouti à lui faire perdre une partie de son efficacité et de sa "rationalité".

Faut-il en conclure que ce modèle est trop sophistiqué pour le type de mise en valeur qu'il est censé servir. Nous ne le pensons pas et les alternatives auxquelles on a été tenté de recourir (aspersion notamment) le sont tout autant sinon plus.

Du simple point de vue technique auquel nous nous sommes placés ici, il apparait **que les difficultés rencontrées dans la mise en oeuvre de ce modèle relèvent plus de l'entretien et de la maintenance des aménagements que de leur conception.**

Nous avions pensé autrefois que cette carence dans l'entretien des aménagements pouvait être considérée comme une maladie infantile des périmètres irrigués marocains. Sous réserve d'une prise de conscience de l'importance de ces problèmes d'entretien et d'une mobilisation des moyens pour y faire face il nous paraissait possible d'améliorer sensiblement l'efficacité de ce modèle d'aménagement.

Il se trouve que cette prise de conscience s'est en partie faite et que le ralentissement des rythmes d'équipement à partir de 1975 a permis aux Offices de mise en valeur de mieux s'organiser pour assurer l'entretien correct des aménagements (LAHLOU 1985).

Cependant, cet objectif ne pourra être pleinement atteint que si l'on associe plus étroitement les agriculteurs à la maintenance des aménagements. Malgré les dispositions du Code des investissements agricoles qui ont prévu la participation des agriculteurs à la gestion des périmètres irrigués, force est de reconnaitre que la prédominance de l'administration dans ce domaine est toujours très forte.

Il en résulte qu'à la différence des agriculteurs des périmètres traditionnels qui assurent par eux-mêmes l'essentiel de l'entretien de leurs aménagements, les agriculteurs des grands périmètres ont généralement tendance à attendre tout des pouvoirs publics du "Maghzen".

Poussé par la volonté d'aller au plus vite vers le million d'hectares irrigués on les a trop longtemps cantonnés dans un simple rôle d'exécutants, ce qui explique la passivité et la résignation dont ils font souvent preuve face à la dégradation d'un de leurs moyens essentiels de production.

Si l'on veut vraiment assurer un bon entretien des aménagements hydro-agricoles c'est un véritable changement de mentalité et de comportement qu'il faut promouvoir en accentuant la responsabilité des agriculteurs dans la gestion de ces aménagements par un transfert progressif des fonctions assurées jusqu'ici par les services publics.

b) Les contradictions entre le fonctionnement des systèmes de production et les exigences du modèle d'aménagement.

A côté des dysfonctionnements techniques que nous venons d'évoquer et dont une partie peut trouver une solution par un meilleur entretien des aménagements, est apparu au fil des ans un autre type de dysfonctionnement qui nous parait plus grave car il met en cause la logique même du modèle d'aménagement hydro-agricole conçu par l'ONI pour les grands périmètres d'irrigation marocains. Il résulte en partie d'une évolution foncière qui n'a pas abouti à la prééminence de la petite exploitation familiale pour laquelle le modèle avait été conçu. On a vu, au contraire, au cours du temps, se renforcer la disparité, qui existait déjà à l'origine, entre microfundiaires et grandes exploitations mécanisées.

Le fonctionnement de chacune de ces deux grandes catégories d'exploitation s'est trouvé en contradiction avec un certain nombre de principes de base du modèle initial d'aménagement. C'est ce que nous allons essayer de montrer maintenant.

• *Les microfundiaires et le "collectif"*

Nous désignons par microfundiaires, les petites propriétés de moins de 5 ha. Leurs terres relèvent pour l'essentiel de deux types de statut foncier : le statut "melk" correspondant à la propriété privée et le statut "collectif", une exploitation pouvant posséder des terres relevant des deux statuts.

Les terres "collectives" sont d'anciennes terres de tributs appartenant à des collectivités locales sous tutelle du Ministère de l'Intérieur. Avant aménagement elles étaient distribuées périodiquement entre les différents ayants droit qui les cultivaient individuellement.

Afin de faciliter la mise en valeur des terres aménagées pour l'irrigation, l'Etat avait prévu un certain nombre de dispositions, définies dans le Code des Investissements agricoles de 1969, d'une part pour augmenter la taille des petites propriétés afin de les porter si possible au seuil de 5 ha, d'autre part pour stabiliser les terres collectives.

Ces dispositions consistaient, entre autres, à imposer l'indivision pour éviter le morcellement des propriétés, à arrêter la liste des ayants droit des "collectifs" et à utiliser les terres sous contrôle de l'Etat, à savoir les terres de colonisation récupérées et les terres "collectives" afin d'agrandir les petites propriétés et de lotir le collectif.

Sans entrer dans le détail d'une évolution foncière fort complexe, on peut cependant affirmer que ces dispositions n'ont été que très partiellement mises en application.

Dans bien des cas , l'indivision n'a pas été respectée, la liste des ayants droit des collectif n'a pu être arrêtée et une grande partie des terres de colonisation a échappé au contrôle de l'Etat et a été acquise par de grands propriétaires.

Il en a résulté que dans la plupart des grands périmètres, la superficie de la grande majorité des exploitations est restée inférieure à 5 ha.

Voyons qu'elles en ont été les conséquences sur l'application du modèle d'aménagement.

Tout d'abord, les exploitations qui, lors de l'aménagement, étaient de taille inférieure à un certain seuil, de l'ordre de 3 ha, n'ont pas été disposées suivant la trame "B" dite trame rationnelle mais en trame "A" (cf. schéma 2).

Dans cette trame les exploitations sont placées dans une sole ou une partie de sole ce qui les soustrait à la discipline de mise en valeur attachée à la trame B (assolement collectif, tour d'eau). Si cette conséquence peut être dommageable pour la planification de la mise en valeur, en contre partie, elle offre aux petites exploitations une certaine marge de liberté dans le choix de leurs spéculations qui leur permet d'assurer plus efficacement leur survie.

Pour les autres petites propriétés placées en trame B, l'indivision imposée par l'Etat a évité formellement leur démembrement lors des partages successoriaux, mais elle n'a pu empêcher une subdivision de fait des parcelles entre cohéritiers mettant sérieusement à mal le principe du respect de l'assolement par bloc comme cela était prévu en trame B. De ce fait, la physionomie des blocs d'irrigation s'est progressivement transformée en un "patchwork" de cultures dont l'anarchie apparente rejoint celle qui l'on observe en trame A.

A ces problèmes sont venus s'ajouter ceux posés par l'aménagement des terres collectives. On a vu que l'Etat, par le code des Investissements Agricoles avait prévu leur stabilisation afin de pouvoir les répartir de façon définitive entre les ayants droit. Cette opération de "melkisation" des collectifs s'est heurtée à la difficulté voire l'impossibilité d'arrêter la liste des ayants droit par suite notamment de l'opposition des familles dont les enfants sont sur le point d'accéder à ce droit (on y accède dès le mariage).

Face à ces difficultés, les programmes d'aménagement ne pouvant attendre, **on a pris bien souvent le parti de considérer les "collectifs" comme des unités communes d'exploitation, ce qu'ils ne sont pas.** Lors de la mise en valeur, on a vu resurgir les pratiques anciennes de répartition des terres entre ayants droit qui attribuaient à chacun une parcelle sur chaque grand type de sol. Après aménagement, c'est en fonction des assolements que s'est faite, notamment dans le périmètre du Gharb, la répartition des parts. Cela a abouti à un morcellement extrême des parcelles (souvent inférieures à 0,3 ha) et la dispersion des parcelles d'un même attributaire entre plusieurs soles voire plusieurs blocs.

La "rationalité" du modèle initial s'en est trouvé fortement contrariée.

• *Les grandes exploitations mécanisées*

Elles existaient avant les aménagements, elles sont renforcées ensuite dans certains grands périmètres (Gharb, Tadda) par l'acquisition de terres de colonisation plus que par l'accaparement des petites propriétés (SOUDHO 1984). Leur mode de fonctionnement présente un certain nombre de caractéristiques communes :

- utilisation dans un premier temps d'une abondante main-d'oeuvre saisonnière,

- développement de la mécanisation devant le renchérissement de la main d'oeuvre et sa rareté à certaines époques (moissons),

- système de culture relativement spéculatif et de ce fait s'adaptant aux fluctuations du marché et à l'évolution de la rentabilité des cultures en fonction de la structure des prix agricoles.

Comment ces caractéristiques influent-elles sur l'utilisation de "l'outil" de production que constitue l'aménagement hydro-agricole mis en place dans les grands périmètres ?

La trame B qui fondamantalement se caractérise par une disposition du parcellaire perpendiculairement aux soles d'irrigation perd une partie de son sens car la taille de ces exploitations dépasse généralement celle d'un bloc (20 à 40 ha).

Lors du remembrement elles sont donc placées sur plusieurs blocs, mais la disposition des cultures à l'intérieur des blocs doit se faire de façon à respecter l'assolement prévu pour chaque bloc, assolement qui, suivant la nature du sol, peut être différent d'un bloc à l'autre.

En fait, bien souvent on note une concentration de la même culture sur un seul bloc. L'assolement au lieu d'être pratiqué à l'intérieur du bloc l'est entre plusieurs blocs.

Ceci n'aurait guère d'inconvénient si les modules de pointe et le calibrage du réseau n'avaient été calculés pour un assortiment de cultures n'ayant pas leurs besoins de pointe en même temps. Il en résulte des problèmes de distribution d'eau qui contrarient le bon fonctionnement du réseau et créent des problèmes de concurrence entre exploitations.

Mais là où le fonctionnement de ces exploitations entre le plus en contradictions avec le modèle d'aménage-

ment, c'est au niveau de la conduite des cultures qui est très largement mécanisée.

Nous avons vu que ce modèle, du fait du cloisonnement des soles par des arroseurs surélevés et de la continuité qui doit exister dans la circulation de l'eau de l'arroseur à la colature, n'a pas été conçu pour permettre l'utilisation du tracteur en cours de culture.

Pour pallier cet inconvénient, que font les agriculteurs qui tiennent à mécaniser leurs façons d'entretien ?

- Soit ils sèment dans le sens de la longueur de la sole (300 à 500 m) ce qui les oblige à l'irriguer suivant un système voisin de la "robta" (pour les cultures en billons) avec "seguias" d'alimentation perpendiculaires à l'arroseur et raies d'irrigation parallèles à celui-ci. On se trouve alors dans la situation paradoxale où l'irrigation des cultures se fait perpendiculairement au sens prévu dans l'aménagement.

- Soit ils optent pour une façon plus radicale en arasant les canaux quaternaires surélevés et en les remplaçant par des séguias d'alimentation au niveau du sol qui peuvent ainsi être franchies par les tracteurs. Cette solution est particulièrement tentante quand plusieurs soles d'un même bloc sont consacrées à une même culture.

Enfin, le poids social de ces exploitations, leur caractère spéculatif les amènent à prendre une assez grande liberté avec le plan d'assolement prévu pour les blocs qu'elles occupent. Ainsi, il n'est pas rare de voir ces exploitations abandonner des cultures comme le cotonnier, gros consommateur de main d'oeuvre et dont la rentabilité est incertaine dans certains périmètres (Doukkala - Gharb).

Indépendamment du jugement que l'on peut porter sur ces pratiques, on ne peut que constater une assez grande inadéquation entre le modèle d'aménagement et les modalités de fonctionnement de ces exploitations.

CONCLUSION

Après un certain nombre d'années de fonctionnement il apparait que le "modèle" d'aménagement conçu par l'UNI et qui a été appliqué dans la majeure partie des grands périmètres marocains pose des problèmes de deux ordres.

Les premiers relèvent surtout de la mauvaise utilisation de ce modèle par suite d'une dégradation de certains de ces éléments (nivellement, réseaux, piste...). Ces problèmes qui hypothèquent le bon fonctionnement de l'ensemble du dispositif peuvent cependant trouver des solutions par une maintenance mieux organisée des aménagements et une formation des agriculteurs afin qu'ils participent plus activement à leur entretien.

Les seconds sont, de notre point de vue, nettement plus préoccupants. Ils traduisent un certain nombre de contradictions entre les conditions normales d'utilisation du modèle d'aménagement et les modalités de fonctionnement des exploitations. Conçu pour un type dominant d'exploitation, l'évolution des conditions de mise en valeur a abouti au maintien, voire au renforcement des disparités initiales en matière de systèmes de production où microfundiaires coexistent avec des grandes exploitations mécanisées.

On se trouve donc placé devant l'alternative suivante :

- ou maintenir coûte que coûte le modèle initial et imposer ses conditions de fonctionnement à l'ensemble des exploitations ce qui parait une tâche bien peu réaliste vu la situation foncière des grands périmètres,

- ou tenir compte de l'évolution et de la diversification des systèmes de production et chercher à modifier le modèle initial de façon à cè qu'il devienne réellement un outil efficace pour la mise en valeur des périmètres irrigués.

Cela suppose que l'on rompe avec les habitudes acquises, avec l'idée d'une "rationalité" a priori, que l'on fasse preuve d'imagination pour **concevoir** non pas un modèle unique mais **des solutions diversifiées adaptées aux différences de conditions physiques de mobilisations des ressources hydrauliques, mais aussi et surtout aux différentes conditions sociales et économiques de leur valorisation.**

Cette remise en question du modèle initial et l'élaboration de nouveaux schémas d'aménagement ont été déjà en partie engagés à la faveur notamment du développement des cultures industrielles mécanisées telles que la canne à sucre (Gharb) ou de l'adoption de l'irrigation par aspersion (Doukkala, Haouz, Sous-massa).

Par ailleurs dans certains périmètres comme celui de la Tessaout aval et du Nfis, on s'est efforcé d'intégrer les pratiques traditionnelles d'utilisation des eaux et des terres dans les schémas d'aménagement moderne.

Enfin, nous voudrions dire en terminant que comme les journalistes qui ne parlent guère des trains qui arrivent à l'heure mais seulement de ceux qui arrivent en retard, nous avons surtout mis l'accent sur ce qui, dans l'usage qui a été fait du modèle d'aménagement initial des grands périmètres irrigués marocains, fonctionne mal ou différemment de ce qui était prévu. Nous sommes conscient que cela peut donner une image sinon inexacte du moins partielle de la réalité de ces grands périmètres. Comme en toute chose il faut relativiser.

Par comparaison avec ce que l'on peut voir ailleurs, les grands périmètres irrigués marocains, si on les juge par la maitrise de l'eau, leur taux de mise en valeur, le niveau des rendements font figure de réussite.

Cette réussite, relative, car nous avons vu que de nombreuses améliorations et adaptations restent encore à faire, trouve son origine dans deux caractéristiques qui font précisément défaut là où trop souvent, les amé-

nagements hydro-agricoles échouent, ce sont d'une part l'intérêt que portent les paysans à l'irrigation dans un pays où la terre est rare et la pluie capricieuse, d'autre part l'expérience professionnelle des structures d'encadrement nationales.

C'est compte tenu de ces atouts que l'on peut espérer voir se développer la conception et la mise en pratique de schémas d'aménagement hydro-agricoles mieux adaptés à la grande diversité des conditions de mise en valeur agricole des périmètres irrigués marocains.

BIBLIOGRAPHIE

BOUDERBALA N. 1971. - "Quelques données élémentaires sur l'évolution des structures agraires dans la plaine du Gharb" . Revue de géographie du Maroc n° 20

BOUDERBALA N., CHICHE J., HERZINI A., PASCON P. 1984. - "La question hydraulique" . Ouvrage collectif - IAV Hassan II Rabat

HASSOU N., ISSA K., KSSILI N., MALAH A. 1982. - "Analyse critique de l'application de l'assolement dans la première tranche d'irrigation du Gharb". Mémoire IAV Hassan II 150 p.

JOUVE Ph.1976. - "Enquête sur la conduite de l'irrigation dans deux CMV des Beni Moussa". Le Maroc Agricole n° 85 et 86

LAHLOU O. 1985. - "La gestion des réseaux dans certains grands périmètres irrigués marocains". Communication aux 1ères journées internationales - Eau facteur de développement - Montpellier avril 1985.

LAHLOU A., OULAD CHRIF B., LAHLOU O. 1981. - "L'agriculture irriguée au Maroc" - Conférence à l'AIGR Rabat

MURDOCH W. 1985. -"La faim dans le monde - Surpopulation et sous-alimentation" - DUNOD - Paris

PAPY F., ELMOURID M., AMEZIANE T. 1983. - "Le fonctionnement des exploitations irriguées de la plaine des Doukkala (Maroc)". Cahiers de la Recherche-Développement n° 3-4 p. 57-65.

SOUDHO D. 1984. - "Evolution récente des structures foncières dans le Gharb (1972-1981)". Hommes, Terres et Eaux n° 54 - Rabat p. 133-151.

12

La comparaison d'itinéraires techniques, une méthode d'expérimentation agronomique en milieu réel.

Philippe JOUVE

LA COMPARAISON D'ITINÉRAIRES TECHNIQUES : UNE MÉTHODE D'EXPÉRIMENTATION AGRONOMIQUE EN MILIEU RÉEL

par **Philippe JOUVE***

RÉSUMÉ

A partir d'une expérience concrète d'expérimentation en milieu paysan effectuée au Maroc, cet article aborde différents problèmes posés par la conduite d'un programme de recherche en matière d'amélioration des techniques de culture :

— hiérarchisation des problèmes à étudier et formulation d'hypothèses préalables afin de choisir les thèmes sur lesquels portera l'expérimentation ;

— modalités d'expérimentation. Sont comparés les avantages et inconvénients de l'expérimentation en station de l'expérimentation au champ et de l'enquête agronomique ;

— construction d'un dispositif expérimental basé sur la comparaison d'itinéraires techniques ;

— complémentarité de l'analyse statistique et de l'analyse agronomique des résultats ;

— phases successives d'un programme expérimental.

En conclusion, sont soulignées quelques conditions permettant un transfert et une appropriation effective des résultats de l'expérimentation.

SUMMARY

This article is based on the experience gained in actual experimental work carried out in a farming area in Morocco, and approaches various problems posed by the running of a research programme on improvement of cultivation techniques :

— grading of the questions to be examined and formulation of prior assumptions in order to select the themes for the experiment ;

— experimental methods. The advantages and disadvantages of experimental work at an experimental station, in the field and of agricultural surveys ;

— the design of an experimental system based on the comparison of technical sequences ;

— complementary nature of statistical analysis and agronomic analysis of the results ;

— successive phases of an experimental programme.

A number of conditions enabling transfer and appropriate adaptation of the results of the experimental work are stressed as a conclusion.

RESUMEN

Partiendo de una experiencia concreta de experimentación en medio campesino, realizada en Marruecos, este artículo trata diferentes problemas planteados por la dirección de un programa de investigación en materia de mejoramiento de técnicas de cultivos :

— jerarquización de los problemas por estudiar y formulación de hipótesis previas, con el fin de seleccionar los temas sobre los cuales se hará la experimentación ;

— modalidades de experimentación. Se comparan las ventajas y los inconvenientes de la experimentación en estación, de la experimentación en el terreno y la encuesta agronómica ;

— contrucción de un dispositivo experimental basado en la comparación de itinerarios técnicos ;

— complementaridad del análisis estadístico y del análisis agronómico de los resultados ;

— fases sucesivas de un programa experimental.

Como conclusión, se subrayan algunas condiciones que permiten una transferencia y una apropiación efectiva de los resultados de la experimentación.

L'objectif central de l'agronome est l'amélioration des systèmes de culture. Dans cette perspective, il est amené à rechercher les combinaisons de cultures et les techniques les plus appropriées aux conditions du milieu physique, aux exigences économiques et aux contraintes spécifiques des exploitations agricoles.

Nous n'aborderons pas ici les problèmes méthodologiques que posent la comparaison des différentes successions ou associations culturales pour nous intéresser seulement à ceux concernant l'amélioration des techniques culturales.

Cette recherche d'amélioration du mode de conduite des cultures concerne tout aussi bien les situations où la diversification des cultures est possible et souhaitable que celles au contraire où la gamme des cultures est limitée et leurs combinaisons parfaitement inventoriées.

* DSA-CIRAD : Avenue du Val de Montferrand — 34032 MONTPELLIER Cedex

La démarche que nous proposons pour conduire ce type de recherche correspond plus particulièrement aux situations où les références expérimentales sont limitées, voire inexistantes comme c'est souvent le cas dans bien des régions des pays d'outre-mer où l'on engage des opérations de développement agricole.

La présentation de cette démarche sera faite à partir de l'analyse d'une expérience concrète relative à l'amélioration des techniques de culture des céréales en zones semi-arides marocaines.

Améliorer le mode de conduite des cultures suppose une première interrogation ; **quelles techniques faut-il prioritairement améliorer**, est-ce le travail du sol ou le choix variétal ? **Comment tester l'efficacité de ces techniques ?**

Il peut paraître curieux de s'interroger sur la nature des techniques de culture à améliorer, cependant ceci constitue un réel problème dans des régions comme celles de la zone semi-aride marocaine où jusqu'à ces

dernières années très peu de recherches avaient été entreprises et où, de ce fait, les références sur l'efficacité de telle ou telle technique sont rares, qu'il s'agisse de la fertilisation ou du contrôle des mauvaises herbes.

Dans ce type de situation et compte tenu de l'hypothèse, toujours vérifiée, que les moyens d'étude sont limités et ne permettent pas une recherche dans toutes les directions **il faut** donc **hiérarchiser les problèmes à étudier**.

Pour cela, il est alors nécessaire d'analyser d'une part les conditions de milieu (sol et climat), d'autre part les modes de conduite des cultures pratiquées par les agriculteurs de façon à pouvoir :

— **diagnostiquer les freins ou carences** techniques les plus manifestes,

— et **formuler certaines hypothèses** relatives aux techniques à expérimenter pour remédier à ces carences. En d'autres termes, un programme de recherche, s'il veut avoir quelque chance d'être efficace, doit partir d'un diagnostic préalable des conditions d'exploitation agricole du milieu.

Cette exigence a comme corollaire que la pratique courante qui consiste à élaborer un même protocole d'essai pour des régions pédo-climatiques très différentes a peu de chances d'être opérante même si elle peut donner l'illusion de l'objectivité. Une régionalisation des programmes de recherche, du moins de ceux concernant l'amélioration des techniques de cultures est donc indispensable.

C'est ainsi qu'après une première analyse des conditions de culture des céréales en zone semi-aride, nous avons formulé certaines hypothèses relatives aux techniques à modifier en vue d'améliorer les rendements de ces cultures. Ces hypothèses sont nées des questions suivantes :

— la première question que nous nous sommes posée est relative à la **position du cycle cultural**. Dans les zones semi-arides marocaines où la période des pluies est brève (de novembre à mars), n'est-il pas avantageux de faire coïncider au mieux la période de végétation avec la période des pluies ? Pour cela, ne peut-on pas décaler la période des semis vers le début de la saison pluvieuse de façon à supprimer les semis tardifs qui peuvent représenter 40 % des emblavements et qui sont condamnés à subir un fort déficit hydrique en fin de cycle.

— deuxième question : partant de la constatation qu'en zone semi-aride la réussite des semis de céréales appréciée par le pourcentage de levée est souvent faible (<50 %) et qu'elle se traduit par des peuplements pieds faibles, qui vont à leur tour affecter le rendement final, ne peut-on pas **améliorer ce pourcentage de levée** par une meilleure préparation du sol et surtout par un semis en ligne, tassé, à la place du traditionnel semis à la volée ?

— Troisième question relative elle, au peuplement optimum : quand les conditions d'alimentation hydrique sont limitantes comme c'est la règle en zone semi-aride, ne faut-il pas chercher à réduire la densité de peuplement afin d'éviter un épuisement prématuré des réserves hydriques du sol qui peut compromettre la formation et le grossissement des grains.

— Quatrième question : l'usage du chisel, c'est-à-dire **le travail du sol sans retournement** recommandé dans les techniques de «dry farming», **est-il bénéfique** dans les conditions marocaines, notamment vis-à-vis de l'économie de l'eau ?

— Enfin, dernière question : l'**azote** constitue-t-il **un facteur limitant** de la production céréalière en zone semi-aride ou au contraire, l'application d'une fumure peut-elle s'avérer néfaste en favorisant la production végétative au détriment de la production de grain ?

Une fois choisis les thèmes sur lesquels va porter la recherche à entreprendre, reste à déterminer la façon dont on va la conduire.

Pour cela, deux méthodes sont habituellement utilisées :

— l'expérimentation en station expérimentale ;

— l'enquête de terrain permettant de comparer des situations culturales différentes.

Pour apprécier les possibilités de ces deux méthodes et juger de leur adaptation à nos objectifs de recherche, nous allons examiner rapidement leurs avantages et inconvénients respectifs.

• **L'expérimentation** en station présente plusieurs avantages spécifiques. Elle **offre la possibilité** de mettre en place des dispositifs expérimentaux avec répétitions permettant **de faire des comparaisons rigoureuses entre les techniques expérimentées ;**

L'analyse statistique de ces dispositifs s'ils sont bien conçus, permet de :

— donner une signification aux écarts moyens constatés entre traitements,

— et surtout de dissocier les effets dus aux variations de milieu (d'une parcelle à l'autre) de ceux qui sont dus aux traitements à comparer et qui seuls nous intéressent.

A ces avantages s'opposent des inconvénients inhérents à l'expérimentation en station :

La localisation particulière des stations d'essai ne permet pas d'extrapoler les résultats obtenus à des régions aux caractéristiques pédo-climatiques différentes, particulièrement s'il s'agit de recherche de références. A ceci s'ajoute que les conditions de culture en station sont rarement représentatives de celles de la région environnante du fait des modifications de milieu (sols fertilisés depuis longtemps, rotations particulières entraînant une transformation de la flore adventice, etc.) et des moyens techniques utilisés).

En station, il est difficile de tester simultanément plusieurs facteurs car du fait des répétitions, on aboutit alors très vite à des dispositifs lourds, difficiles à contrôler. En conséquence, il n'est pas toujours possible d'analyser en station les différentes interactions qui peuvent se manifester entre techniques.

Enfin, il arrive fréquemment que l'interprétation statistique qu'autorisent les dispositifs expérimentaux invite à faire l'impasse de **l'interprétation agronomique**. Or celle-ci **est indispensable si l'on veut expliquer les relations techniques — rendement**. Sans cette interprétation, on se limite à produire des «références» dont l'extrapolation est strictement limitée aux conditions de cultures comparables à celles de la station ; or, nous avons vu combien elles peuvent être particulières.

• **L'enquête de terrain**, c'est-à-dire l'analyse comparée au champ de situations culturales permet :

— d'analyser l'effet des techniques dans des situations réelles prenant en compte la diversité des conditions de milieu et d'exploitation ;

— de révéler certaines interactions entre techniques

sans toutefois donner la possibilité de les quantifier avec précision ;

— de diagnostiquer les effets non prévus de l'action de tel ou tel mode de conduite et par une démarche inductive de formuler de nouvelles hypothèses quant aux relations techniques — rendement.

Les inconvénients de cette méthode sont symétriques de ceux de l'expérimentation. Faute de pouvoir comparer systématiquement des situations ne différant que par un nombre limité de facteurs, l'analyse de ces situations est parfois difficile. En particulier, il n'est pas évident de dissocier les effets dus aux variations de techniques de ceux résultant de terrains différents. Par ailleurs, **cette méthode présente une contrainte qui lui est propre** : pour pouvoir tester l'effet de modes de conduite différents **il faut qu'il existe une variation entre techniques**. Si tous les agriculteurs ont les mêmes pratiques on ne peut rien comparer. Cependant, l'impression d'uniformité que donnent parfois les techniques de culture des agriculteurs, masque souvent une grande diversité des conditions d'utilisation de ces techniques reflétées par la variation des rendements entre parcelles et exploitations.

Le choix entre ces deux méthodes de recherche qu'il ne faut d'ailleurs pas systématiquement opposer car nous venons de voir que leurs avantages sont souvent complémentaires, **dépend à la fois des objectifs de recherche, du stade auquel on se situe dans la poursuite de ces objectifs**, mais aussi **des moyens matériels dont on dispose**.

C'est ainsi qu'en ce qui concerne le programme d'expérimentation des techniques d'aridoculture, nous nous sommes trouvés confrontés aux contraintes suivantes :

— absence dans la zone semi-aride de stations d'essai représentatives des conditions de culture des céréales ;

— relative uniformité des moyens techniques utilisés par les agriculteurs, en particulier le cover-croop (déchaumeuse à disques) est le seul outil de travail du sol utilisé dans la grande majorité des situations, inversement, l'usage du semoir ou d'outils à dents du type chisel est exceptionnel, de même que la pratique de la fertilisation azotée. Ces conditions de culture limitaient donc l'intérêt et les possibilités d'études comparées de situations culturales. C'est pourquoi **nous avons opté pour une méthode intermédiaire qui a consisté à créer des situations culturales** suffisamment diversifiées pour permettre des comparaisons entre différents modes de culture des céréales.

Sur la base des hypothèses formulées précédemment nous avons fait un premier choix des techniques à expérimenter. Ces techniques concernaient :

1 — **La date de semis**, qui détermine la position du cycle cultural. Nous avons mis en comparaison des semis précoces effectués dès les premières pluies avec des «semis de saison» réalisés après la levée des mauvaises herbes.

2 — **Le travail du sol** : on a opposé des situations ayant bénéficié d'un travail profond effectué au chisel avec d'autres situations travaillées seulement au cover-crop, lors de l'installation de la culture.

3 — **Le mode de semis** : on a comparé des semis effectués à l'aide du semoir suivi d'un roulage avec des semis faits à la volée, correspondant à la pratique courante. Par cette comparaison on cherchait à tester l'intérêt du semoir et du rouleau pour l'amélioration de la levée souvent déficiente en zone semi-aride.

4 — **La dose de semis** : On a fait varier la dose de semis de façon à voir dans quelle mesure on peut compenser une mauvaise levée par une dose de semis plus forte et quel peuplement pied s'avère le plus adapté aux conditions de culture.

5 — **La fertilisation azotée** : On a comparé une dose d'azote correspondant aux exportations d'une récolte de 20 à 25 quintaux à une dose nulle de façon à analyser l'effet de ce facteur sur l'élaboration du rendement des céréales en conditions d'alimentation hydrique limitante.

Ces différents facteurs ont ensuite été combinés sous forme d'itinéraires techniques correspondant chacun à un mode de conduite particulier de la culture. Les combinaisons possibles étant fort nombreuses, nous avons été amenés à éliminer celles qui nous paraissaient sans intérêt. Par ailleurs, nous avons établi ces combinaisons de façon telle que par des comparaisons de couples d'itinéraires techniques nous puissions isoler et analyser l'action de chacun des facteurs mis en expérimentation.

Le nombre relativement élevé d'itinéraires, c'est-à-dire de traitements (20) auquel un tel protocole aboutit et sa mise en place chez des agriculteurs par l'intermédiaire des centres de travaux (C.T.) du Ministère de l'Agriculture nous a conduits à ne pas prévoir de répétitions.

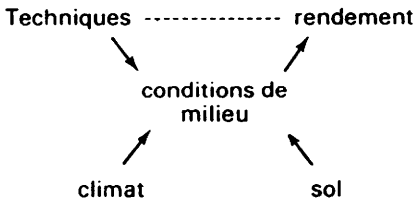
Cet inconvénient a été en partie compensé :

— par la répétition du même protocole dans différents lieux de la zone semi-aride (10 à 12). L'analyse statistique des résultats ainsi obtenus fait forcément apparaître une forte erreur résiduelle traduisant l'effet des variations du milieu. Mais en contrepartie, si un traitement s'avère supérieur c'est qu'il assure un gain de rendement très net et très systématique ;

— par la possibilité dans un même lieu, de faire des comparaisons de couples d'itinéraires ne différant que par un seul facteur.

Quoi qu'il en soit, ce type d'expérimentation offre des possibilités d'interprétation statistique limitée, d'où la nécessité d'y associer une analyse agronomique de l'action de chaque facteur de variation. Sans entrer dans les modalités pratiques d'une telle analyse on se contentera d'en souligner **deux principes de base** :

1 — **Les techniques culturales** influent essentiellement sur **les facteurs et conditions du milieu** (état physique, hydrique du sol, enherbement, etc.), les relations techniques — rendement sont généralement indirectes et peuvent être schématisées comme suit :



Une première conséquence de ce schéma d'action est que, les conditions de milieu étant en partie sous la dépendance de phénomènes aléatoires (pluies, t°), l'action d'une technique peut varier d'un lieu à l'autre, d'une année à l'autre, d'où l'intérêt de diversifier ces conditions en faisant varier les lieux d'expérimentation et en reproduisant l'expérimentation durant plusieurs campagnes.

SCHÉMA DU PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

FACTEURS DE VARIATION					ITINÉRAIRES TECHNIQUES azotée
Période de semis	Travail du sol	Mode de semis	Dose de semis	Fertilisation	
Semis précoce en début de saison pluvieuse	Chisel	Semoir + rouleau	Normale	Normale N	P11 a
				Nulle 0	P11 b
			Faible	N	P12 a
				0	P12 b
		Semis à la volée	Normale	N	P13 a
				0	P13 b
	Cover-crop	Semoir + rouleau	Normale	N	P14 a
				0	P14 b
		Semis à la volée	Normale	N	P15 a
				0	P15 b
Semis après la levée des adventices	Chisel	Semoir + rouleau	Normale	N	P21 a
				0	P21 b
			Faible	N	P22 a
				0	P22 b
		Semis à la volée	Normale	N	P23 a
				0	P23 b
	Cover-crop	Semoir + rouleau	Normale	N	P24 a
				0	P24 b
		Semis à la volée	Normale	N	P25 a
				0	P25 b

Deuxième conséquence : si l'on veut comprendre l'action des techniques sur le rendement, il faut pouvoir contrôler les conditions de milieu sur lesquelles influe cette technique. Ainsi la comparaison des différents modes de semis suppose que soient contrôlées les conditions de germination (humidité du sol, profondeur de semis, etc.) et les conditions d'émergence des plantules (structure et humidité du lit de semence, etc.).

2 — Deuxième principe qui est en partie un corollaire du précédent : **on ne peut se contenter du rendement final pour juger de l'action d'une technique**.

Le rendement d'une culture est le produit d'une série de composantes qui s'élaborent à des périodes et suivant des mécanismes spécifiques. Chaque composante est sous la dépendance de conditions particulières qui sont pour la plupart maintenant, clairement identifiées grâce aux progrès de la théorie agronomique. Les schémas d'élaboration du rendement établis pour les différentes cultures rendent compte de ces progrès. Il est de ce fait possible d'analyser l'effet de chaque technique expérimentée sur l'élaboration de ces composantes et ainsi de comprendre pourquoi et comment elle a agi sur le rendement final, à la condition cependant que les contrôles intermédiaires du milieu aient été assurés.

Ainsi, en comparant une dose de semis faible à une dose normale, on cherche en fait à comparer l'effet de deux densités de peuplement pied sur le rendement final. Si pour une raison imprévue (mauvais réglage du semoir, levée différentielle) les peuplements pieds ne se différencient pas, la comparaison n'a plus d'objet et si, pour une autre raison, les rendements s'avèrent différents ce serait une erreur que d'en attribuer la cause à la variation de la densité de semis, ce que l'on sera amené à faire si l'on n'a pas assuré le contrôle et le suivi agronomique de l'expérimentation.

En définitive, cette méthode de comparaison d'itinéraires techniques construits en milieu réel, présente des exigences particulières et, comme les autres méthodes, elle comporte des avantages et des inconvénients spécifiques. **Ses avantages sont** :

— de permettre de **tester des combinaisons techniques** mettant en évidence des interactions entre techniques qui n'apparaissent pas dans des essais simples. Ainsi cette approche a permis de montrer que l'efficacité

de la combinaison semoir-rouleau était en partie fonction de la date de semis par le truchement des conditions de germination et de levée ; plus celles-ci étaient déficientes, plus grande était son efficacité comparée à celle du semis traditionnel fait à la volée.

— par la reproduction du même protocole dans des régions différentes, d'**analyser les interactions** entre les techniques et le milieu. Elle offre ainsi l'avantage, si ces régions ont des pluviométries contrastées, de tester au cours d'une même campagne, les différents itinéraires dans des conditions variables d'aridité. Il en résulte un gain de temps considérable car dans une même station il aurait fallu renouveler l'expérimentation durant plusieurs campagnes pour obtenir cette variabilité climatique. Toutefois, la très grande variabilité interannuelle de la répartition des pluies d'une saison à l'autre nécessite que même pour des essais d'itinéraires répartis dans plusieurs localisations le dispositif expérimental soit reconduit pendant au moins trois campagnes.

Enfin, signalons d'autres avantages non spécifiquement liés à la méthode, mais plutôt à la façon dont nous l'avons utilisée. En expérimentant sur des parcelles «tout venant» appartenant à des agriculteurs et en y associant les agents de vulgarisation on facilite grandement l'assimilation des résultats obtenus en même temps que l'on **sensibilise agriculteurs** et techniciens à l'importance des conditions d'emploi des techniques assurant leur efficacité.

Les inconvénients et limites de cette méthode sont en partie ceux signalés pour l'enquête de terrain :

— difficulté sinon impossibilité d'**interprétation statistique** des différences constatées entre certains traitements.

— le **contrôle** indispensable **du milieu et de la végétation cultivée** et adventice est long et fastidieux, de plus il demande un minimum de qualification, sans parler de la conscience professionnelle qu'il suppose.

— la **mise en place des protocoles d'essai chez les agriculteurs** et par l'intermédiaire d'agents de vulgarisation peu familiarisés avec l'expérimentation n'est pas sans problème.

Malgré ces inconvénients, nous avons cependant opté pour cette méthode parce qu'elle nous a paru la plus adaptée à la première étape de notre recherche.

Cette première étape correspondait à une **phase exploratoire** au cours de laquelle il importait, dans des conditions culturales très variées, de vérifier le bien fondé de nos hypothèses de départ.

Avant même que cette phase exploratoire ne soit complètement achevée, nous avons entrepris **une expérimentation plus analytique**, basée sur des dispositifs classiques avec répétitions et **dont l'objectif était d'étudier plus en détail lesmécanismesd'actions de certains facteurs techniques.**

C'est ainsi que nous nous sommes intéressés aux effets :

— de la date et de la nature du travail du sol sur l'économie de l'eau,

— de la date et densité de semis,

— du fractionnement de la fertilisation azotée, sur l'élaboration du rendement.

Ces essais analytiques sont complémentaires de ceux entrepris en parallèle (ENA Meknès, IAV Hassan II) sur les effets de déficits hydriques de durée et d'intensité variables sur l'élaboration du rendement de l'orge et du blé (suivant la méthode ROBBELIN).

Dans tous les cas il s'agit d'essais visant à fournir des connaissances sur le fonctionnement des cultures étudiées en relation avec différentes conditions de culture.

Cette deuxième phase de recherche n'est en principe jamais achevée. Ceci étant, lorsque on arrive à comprendre les conditions qui déterminent l'efficacité de telle ou telle technique, on dispose alors des connaissances suffisantes pour passer à un autre stade du programme d'amélioration culturale.

Ce stade consiste à **construire**, à partir des acquis précédents, **des itinéraires techniques qui nous paraissent les mieux adaptés aux conditions de culture et d'exploitation de la ou des régions concernées par le programme et de les tester en milieu réel en collaboration avec les services de vulgarisation**.

En effet, l'amélioration du mode de conduite des cultures, du fait des interactions entre techniques doit être envisagée comme une transformation de l'ensemble des itinéraires techniques pratiqués par les agriculteurs.

Ainsi nos essais ont confirmé l'hypothèse qu'il était avantageux d'avancer la période de semis vers le début de la saison pluvieuse. Mais cette stratégie n'est valable que si parallèlement on modifie les méthodes de contrôle des adventices pratiqués traditionnellement par les agriculteurs, en recourant aux herbicides, en particulier pour les semis précoces.

S'agissant de cette troisième phase peut-être la plus importante car c'est elle qui sanctionne la validité de nos recherches, je voudrais faire en guise de conclusion deux remarques qui me paraissent importantes :

1 — Il est nécessaire d'associer très tôt à l'expérimentation les services chargés de la vulgarisation des résultats de recherche.

Étant donné le caractère très aléatoire des conditions climatiques des zones semi-arides, il est difficile voire impossible d'établir des modes de conduite de culture standards et de formuler des «recettes» techniques valables à tout coup comme on pourrait le faire en milieu plus contrôlé, comme par exemple en zone irriguée. De ce fait il faut que les agents de vulgarisation sachent adapter les résultats expérimentaux aux conditions très fluctuantes de chaque campagne agricole. Ceci nécessite plus qu'ailleurs qu'ils soient formés pour cela, afin de devenir de véritablesconseillers techniques des agriculteurs.

2 — Il ne suffit pas de mettre au point des techniques de culture plus efficientes, il faut aussi s'assurer qu'elles pourront être adoptées par les agriculteurs.

C'est là que se situe le principal écueil à la vulgarisation de techniques de production modernes. Dans bien des cas, ce n'est pas la méconnaissance de ces techniques qui explique leur non adoption par les agriculteurs mais l'incapacité dans laquelle ils sont de pouvoir les utiliser faute de trésorerie d'un réseau de distribution adéquat ou par suite de situations foncières défavorables. Le faible impact des actions de modernisation de l'agriculture a fait que cette analyse est partagée par de plus en plus de monde. Encore faut-il en tirer les conséquences. La première nous paraît être qu'il importe de mieux comprendre le fonctionnement interne des exploitations de façon à expliciter les raisons qui déterminent les choix techniques des agriculteurs et mettre ainsi en évidence les contraintes internes et externes qui limitent ces choix.

Dans cette perspective, l'étude des systèmes de production et des systèmes de culture doit être reconnue comme un objet de recherche au même titre que l'expérimentation des techniques. Mieux, ces deux types de recherche doivent être conduits de façon conjointe dans la mesure où il serait vain de mettre au point des techniques en contradiction avec les systèmes de production existants et qu'inversement c'est de l'analyse des conditions d'utilisation de telle ou telle technique nouvelle que l'on pourra définir les actions à entreprendre pour adapter les systèmes de production à une nouvelle technologie. Cette étude complémentaire des systèmes de production et des systèmes de culture, nous l'avons entreprise en zone semi-aride.

Sa présentation sortant du cadre de notre propos, nous nous contenterons de souligner qu'à la définition de nouvelles stratégies de culture doit correspondre l'élaboration de nouvelles stratégies de développement l'une ne pouvant être définie sans l'autre.

13a

Les contraintes pédoclimatiques à l'exploitation agricole des zones semi-aride et aride du Maroc occidental.

PAPY F., JOUVE P., OUSSIBE M.

RGM, N° 5, Nouvelle Série, 1981

Les contraintes pédoclimatiques à l'exploitation agricole des zônes semi-aride et aride du Maroc-Occidental

(Suivant un gradient climatique de la Chaouia à la Bahira)

F. PAPY
Unité de Recherche sur le système agraires
et le développement I.N.A. Paris-Grignon

M. OUSSIBLE, PH. JOUVE
Département d'Agronomie
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II – Rabat

INTRODUCTION : ARIDITÉ ET SYSTÈME DE CULTURE

Le Maroc est certainement le pays du Maghreb où les études sur l'aridité sont les plus nombreuses (bibliographie de Ionesco, 1965). Les toutes premières études visaient à caractériser l'aridité grâce à des indices relativement simples utilisés dans d'autres parties du globe (critères de MEIGS, de Thornthwaite, d'Emberger). Ce sont des phyto-écologistes (Sauvage, 1963 ; Ionesco, 1965 ; Donadieu, 1977) qui ont le plus employé et discuté ces indices pour caler des valeurs seuils sur l'existence d'associations végétales naturelles. Le critère d'Emberger utilisé par Sauvage (1963) pour définir des étages bioclimatiques est reconnu comme le plus pertinent dans cette optique phyto-sociologique. Grâce à un diagramme bioclimatique établi avec la pluviométrie normale (P) et la température minimum du mois le plus froid, Donadieu retrouve approximativement les mêmes limites d'étage que ceux établis par Sauvage, les quelques différences étant justifiées par des arguments floristiques.

Mais il convient de constater que ces différents critères globaux n'ont guère été utilisés par des agronomes. Sans doute la mise en culture des terres est-elle très dépendante de données comme la pression démographique ou des possibilités offertes par la mécanisation (Sebillotte, 1978). Aussi toute étude reliant le climat au système de culture ne peut-elle être que contingente du contexte socio-économique. Mais il est également certain que des critères aussi simples que ceux présentés ci-dessus, s'ils permettent de déterminer de grandes zones climatiques, ne peuvent correctement rendre compte des problèmes posés par la production des espèces végétales. Nous avons montré (Papy, 1979) que la zone semi-aride que Sauvage délimite dans les plaines atlantiques Nord du Maroc et qui va des Doukkala jusqu'au Saïs devait être divisée en deux grandes régions nettement distinctes du point de vue des conditions d'élaboration du rendement des céréales, car la quantité de pluie qui tombe en début de cam-

pagne entre septembre et février est, selon la région, fréquemment excessive ou, au contraire, déficitaire. La répartition des pluies dans l'année, sa variabilité, qui sont peu prises en compte dans les indices précédents, l'aptitude plus ou moins grande des sols à permettre des reports d'eau d'une période sur l'autre, sont des critères d'aridité dont on doit tenir compte dès lors qu'il ne s'agit pas simplement d'expliquer la présence ou l'absence de telle ou telle espèce (ce qui était le but premier des études bioclimatiques), mais la production végétale comme cela a été montré, entre autres, dans des études pastorales (Sebillotte et al, 1972 ; Floret et Pontanier, 1978).

Ainsi une mise en relation de l'aridité et des systèmes de culture, que nous définissons par la succession dans le temps des espèces cultivées et la suite logique des techniques appliquées, exige-t-elle que l'on affine les critères d'aridité.

Si nous avons tenté ici cette mise en relation le long d'un axe sud-nord qui, de la Bahira à la Chaouia (Fig. 1), traverse les étages arides et semi-arides, tels que les définit Sauvage, c'est qu'au cours d'enquêtes agronomiques réalisées en 1976-1977 puis 1979-1980, nous avons pu mesurer le poids des contraintes du milieu sur les décisions prises par les agriculteurs quant à la conduite de leur système de culture. Mais il faut avoir conscience que les systèmes de culture ne sont pas déterminés uniquement par les contraintes ou les possibilités que présente le milieu naturel : la taille des exploitations, la catégorie sociale des agriculteurs, le statut de la terre, la dispersion des parcelles... sont aussi déterminants. Cependant si le long du gradient choisi, on peut établir des relations milieu naturel-système de culture, c'est que l'on y rencontre partout une même orientation générale de l'agriculture et une gamme identique de disparités des exploitations.

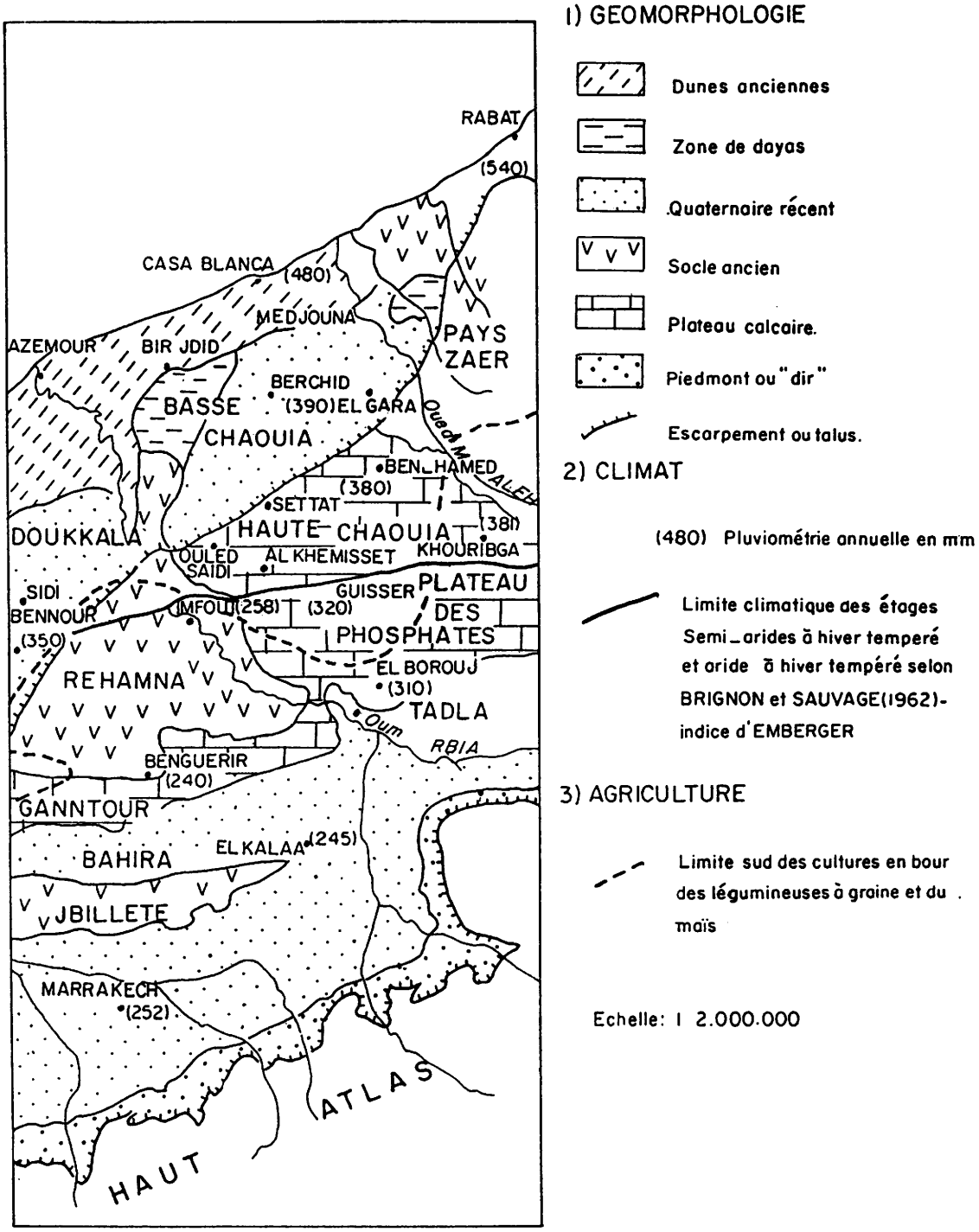
Que la mise en culture soit relativement ancienne, comme dans la Haute Chaouia et les environs de Berrechid, ou au contraire plus récente, comme en Basse Chaouia ou dans les Rehamna, les systèmes de production agricole présentent tous une certaine similtitude dans les objectifs si l'on met, bien entendu, à part la bande côtière des environs de Casablanca orientée vers les cultures maraîchères et l'élevage laitier. Sur l'ensemble de la région d'étude ce sont les cultures vivrières de graines (céréales et légumineuses) qui dominent ; elles sont autoconsommées prioritairement, et vendues s'il y a du surplus. Dans le « SAHEL » côtier au nord de la région d'étude, mais au ssi dans les Beni-Meskine, les Rehamna les Jbilete au centre et au sud, existent des parcours non cultivables, mis en valeur par des troupeaux qui, la saison pluvieuse achevée, sont mis sur les chaumes, mais lorsque les parcours font défaut, l'élevage tire exclusivement ses ressources fourragères des systèmes de culture dans lesquels il n'existe pratiquement pas de surfaces cultivées en fourrages, excepté les orges fourragères près des maisons appelées « aglass » et plus rarement, du pois fourrager. Sur l'ensemble de la zone étudiée, sous l'effet de la pression démographique, la quasi-totalité des surfaces est cultivée avec un souci assez constant d'intensifier la production de la terre.

Par ailleurs, s'il existe une forte disparité sociale (Van Der Kloet, 1973 ; El Harizi, 1978 ; Asserghine, 1979), on a pu vérifier qu'elle se retrouvait marquée dans les différentes régions étudiées ainsi que l'a souligné Anne-Marie Jouve (1979) qui a fait ressortir la similitude des types d'exploitation dégagée dans les études antérieures. Assuré d'une certaine ressemblance quant aux disparités sociales entre les différentes régions, on peut donc trouver tout au long du transect choisi des relations entre système de culture et milieu qui ne soient pas entachées d'effets perturbateurs dus à une répartition inégale très différente des catégories d'exploitations.

Ce premier article vise à quantifier les contraites naturelles sur la production agricole le long du transect choisi, ce qui permettra, dans un suivant, de décrire et de comprendre les différents systèmes de culture rencontrés.

1 – LE GRADIENT CLIMATIQUE DE LA CHAOUIA À LA BAHIRA

Il faut tout d'abord souligner combien les plaines atlantiques nord du Maroc constituent une particularité parmi l'ensemble des zones arides et semi-arides du monde. Un climat ayant à la fois le même rapport entre pluviométrie (P) et évapotranspiration potentielle (ETP), le même hiver doux et le même été chaud, la même répartition des pluies, ne se retrouve que sur la bordure méditerranéenne de l'Ouest de l'Algérie, quelques zones du nord de la Tunisie et l'extrême Sud-Ouest de l'Australie (Unesco-Mab, 1979). Partout ailleurs, l'une au moins des caractéristiques précédentes diffère.



1) GEOMORPHOLOGIE

- Dunes anciennes
- Zone de dayas
- Quaternaire récent
- Socle ancien
- Plateau calcaire.
- Piedmont ou "dir"
- Escarpement ou talus.

2) CLIMAT

(480) Pluviométrie annuelle en mm

Limite climatique des étages Semi-arides à hiver temperé et oride à hiver tempéré selon BRIGNON et SAUVAGE(1962)-indice d'EMBERGER

3) AGRICULTURE

Limite sud des cultures en bour des légumineuses à graine et du maïs

Echelle: 1 2.000.000

Fig. 1 : Les régions étudiées (d'après Géographie du Maroc – Hatier)

La clémence de l'hiver (3° < m < 7°) (1) évite l'arrêt de végétation pendant la saison, ce qui permet à la végétation naturelle et aux cultures de mieux tirer profit de la pluviométrie hivernale. Les seuils pluviométriques d'aridité sont dans ces plaines atlantiques, plus faibles que dans les climats méditerranéens à hivers plus froids.

Selon la délimitation établie par SAUVAGE (1963) à partir de l'indice d'Emberger, la limite des étages bioclimatiques entre l'aride et le semiaride se situerait sur une ligne passant approximativement par Sidi-Bennour, Guisser et Khouribga (Fig. 1). Pour Donadieu (1977), qui, lorsque + 3° < m < + 9°, place la limite d'aridité à 300 mm, le poste d'EL Borouj serait encore dans le semi-aride et la limite passerait donc plus au sud. Peu importe au juste les limites choisies. Il faut retenir qu'au sud de la Haute Chaouia, au delà de l'Oum Er R'bia, la végétation naturelle traduit un changement assez net des caractéristiques du climat.

Nous allons analyser le gradient climatique grâce aux données reportées sur les Fig. 2 et 3 concernant les postes de Marrakech, El Kelâa des Sraghna, Benguerir, settat, Berrechid et Casablanca. On peut y trouver :

- Le régime fréquentiel des pluies mensuelles exprimé en déciles (2) sur la série climatique 1957-1976 (19 ans) ;
- Le régime thermique moyen, à partir duquel on a tiré le régime d'évaporation, selon la formule établie par Kutsch (1978), sur la série climatique 1925-1949.

Comme l'évaporation présente une grande stabilité d'une année à l'autre, nous nous sommes contentés de prendre les données thermiques publiées sur la série ancienne (Debrach et al, 1958) et de ne considérer que les valeurs moyennes, contrairement aux données pluviométriques pour lesquelles nous avons calculé les déciles mensuels.

Par ailleurs, les pluviométries annuelles normales figurent sur la carte des régions étudiées (Fig. 1).

Nous allons principalement étudier les régimes d'évaporation et de pluie par rapport aux problèmes culturaux qui se posent à la culture dominante, celle des céréales (blés et orges).

1 – 1 LES RÉGIMES D'ÉVAPORATION ; ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

Les fig. 2 et 3 montrent que les régimes d'évaporation sont très semblables d'un poste à un autre. Seul le poste de Casablanca tranche un peu sur les autres et encore n'y a-t-il pas de grande différence entre les évaporations hivernales. Kutsh (1978) en estimant l'évaporation Eo de Penman (3) sur tous les postes où cela est possible, a bien montré cette stabilité régionale du climat qui s'explique par la présence « dans les zones sub-tropicales semi-arides d'un climat stable de radiations... avec absence caractéristique d'advection d'énergie ».

Sur le plan agronomique cela se traduit par le fait qu'à densité de peuplement et à date de semis égales, les besoins en eau des cultures par l'évapotranspiration maximum (ETM) seraient voisins pour les différentes régions étudiées. De façon très grossière, on peut estimer pour les céréales, ETM est égale à E_o de janvier à mars et à 3/4 de E_o en décembre et avril.

1.2. LES RÉGIMES PLUVIOMÉTRIQUES : ESTIMATION DES DÉFICITS CLIMATIQUES (4)

Les régimes hydriques fréquentiels, présentés aux Fig. 2 et 3 manifestent, au contraire des régimes d'évaporation, une différenciation entre postes. La distinction des deux étages climatiques est nette mais à l'intérieur de chacun des deux groupes de postes, des différences se manifestent.

C'est à partir de considérations culturales que nous allons caractériser ces différents régimes pluviométriques.

1.2.1 – L'arrivée des pluies et les problèmes de semis

Avec l'araire en traction attelée ou le pulvériseur à disques (ou cover-crop) en traction mécanique, on attend généralement l'arrivée des pluies pour réaliser les premières façons culturales. Comme la surface à emblaver à l'automne est toujours importante, que les semis de céréales ne doivent pas être trop tardifs (Jouve, 1978 ; Papy,

1) « m » : Moyenne des minima du mois le plus froid.

2) Toute série statistique (comme par exemple les différentes pluviométries enregistrées sur un mois donné) peut être divisée en 10 classes de même effectif dont les 9 valeurs limites sont appelées « déciles ».

3) Eo de PENMAN est une estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) établie sur la base d'un calcul du bilan énergétique.

4) C'est-à-dire, non compte tenu des reports de stock d'eau par le sol.

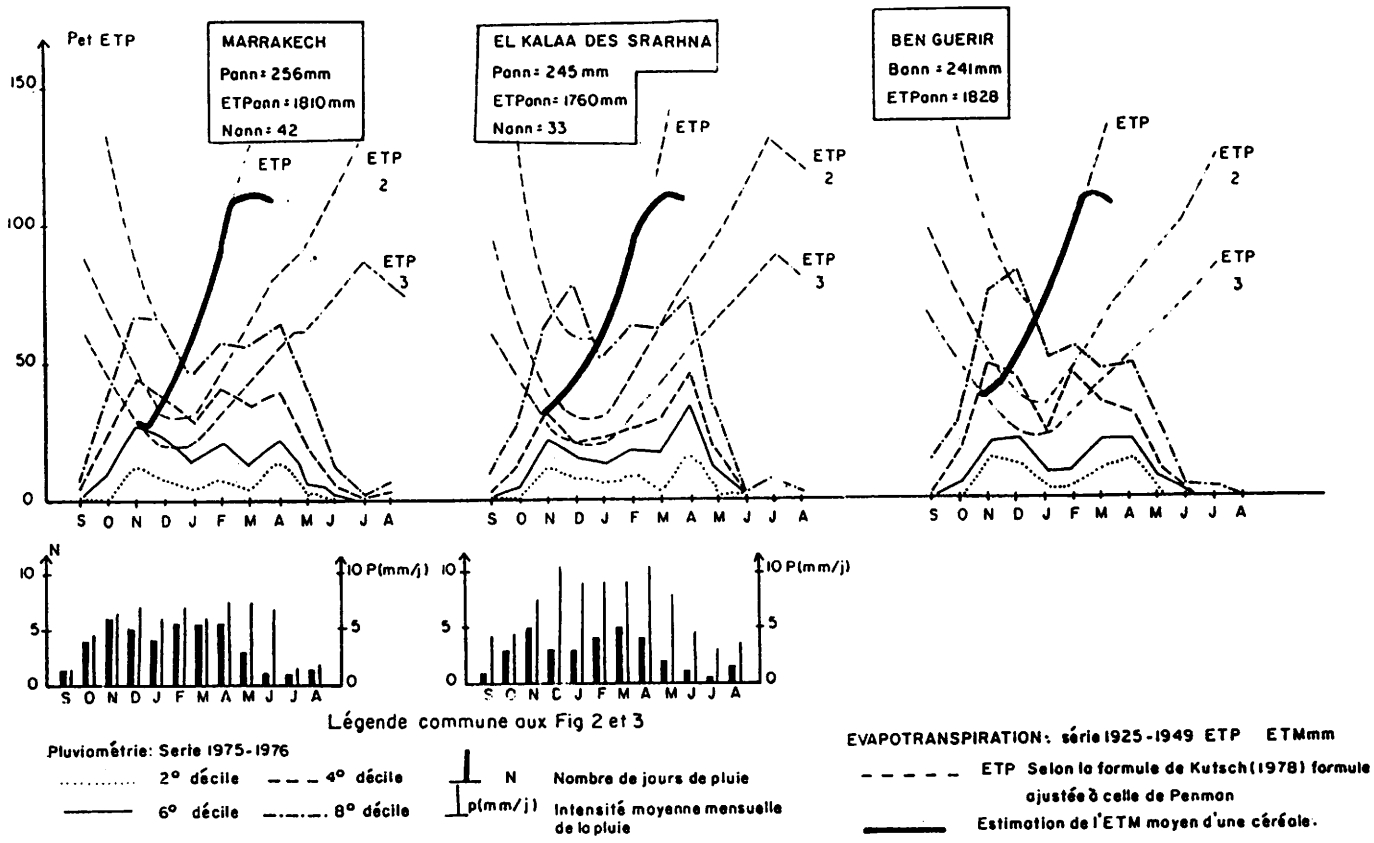


Fig. 2 : Régimes des pluies et de l'évapotranspiration de trois postes de la zone aride (Marrakech, El Kelâa, Benguérir)

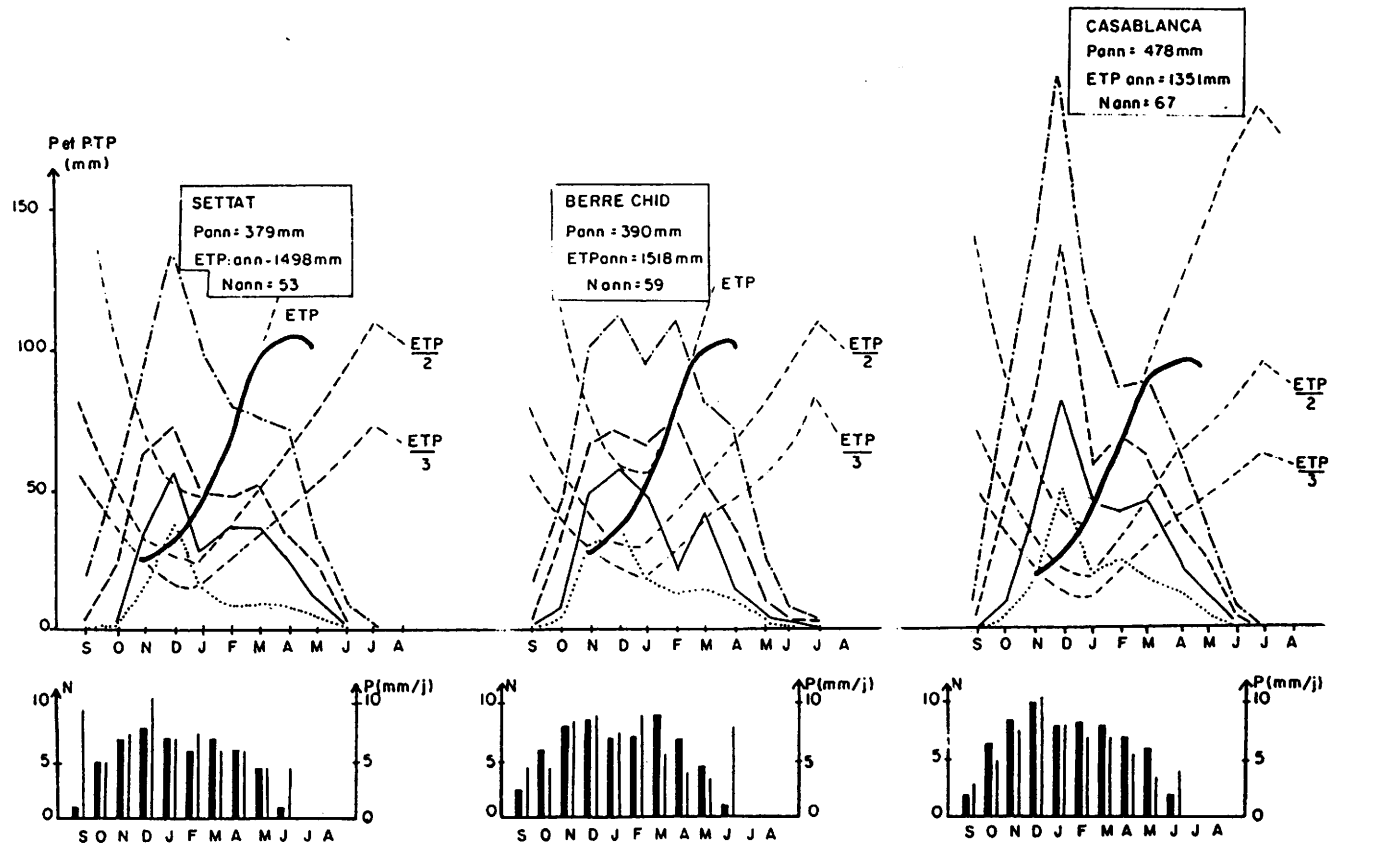


Fig. 3 : Régimes des pluies et de l'évapotranspiration de trois postes de la zone semi-aride (Settat, Berrechid, Casablanca)

1979), la précocité des pluies est déterminante sur la réussite de la campagne agricole.

Nos enquêtes réalisées sur le terrain ainsi que celles de Lelievre (1979) dans les Doukkala, montrent que les premiers travaux ne commencent guère avant que le sol ne soit humecté sur 15 cm. Compte tenu que la surface du sol ne contient que quelques pour cent d'humidité à la fin de l'été, pour des sols argilo-limoneux ou argilo-limono-sableux qui constituent la règle générale dans les régions étudiées, on peut admettre comme l'a fait Lelievre, qu'il faut 40 mm de pluie pendant deux décades consécutives du 15 Septembre au 10 Octobre et 30 mm du 10 Octobre au 20 Novembre. La différence de seuil est justifiée par le fait que l'ETP diminue en automne et que l'humectation du sol quand les premières pluies tardent. N'ayant pas de données décadaires pour comparer nos postes, nous choisirons la normes de 40 mm en octobre pour caractériser la précocité de la campagne. Les seuils de probalité de dépassement de 40 mm de pluie mensuelle en Octobre sont les suivants :

	Position de 40 mm en Otobre par rapport aux déales	P (%)
Marrakech	$d_8 < 40 < d_9$	15
El Kelâa	$40 > d_9$	<10
Benguerir	$d_8 < 40 < d_9$	17
Settat	$d_7 < 40 < d_8$	25
Berrechid	$40 \simeq d_8$	20
Casablanca	$40 \simeq d_6$	40

En prenant le même seuil, mais en faisant une étude décadaire donc plus fine, LELIEVRE (1979) trouve à Sidi Bennour, qui a un climat très voisin de Settat et Berrechid, que 35 fois sur 100, les travaux peuvent commencer avant le 1er novembre, 90 fois sur 100 avant le 1er décembre. Les valeurs du tableau précédent montrent qu'en prenant un même seuil, on peut d'autant moins travailler tôt que le climat est plus aride.

De plus, dans les trois postes de l'étage aride, le maximum d'automne se situe en novembre tandis que dans ceux de l'étage semi-aride il se situe en décembre. Dans le premier cas si, faute de temps, l'on n'a pu semer aux premières pluies, la superficie emblavée s'en trouve fortement affectée.

1.2.2 – La couverture des besoins en eau des cultures de céréales.

Selon la précocité des semis les différents stades de développement sont plus ou moins décalés. Pour des semis précoces ou des années à pluviométrie automnale précoce, les enquêtes de terrain permettent de situer approximativement l'épiaison autour de la mi-mars pour les zones semi-arides et 15 jours avant pour la zone aride, les températures plus élevées accélérant le développement. Ceci nous permet d'estimer approximativement l'évolution des besoins en eau (ETM) des céréales : nous ferons varier le rapport ETM/ETP de 1/3 en novembre à 1 en Janvier ; ce rapport sera maintenu à 1 jusqu'à l'épiaison et diminué ensuite.

C'est par rapport à la courbe d'évolution des ETM de cycles culturaux précoces, que nous allons comparer les régimes pluviométriques.

1.2.2.1 – Couverture des besoins en eau pendant la période hivernale

Les deux groupes de postes se distinguent très nettement. Dans ceux de la zone aride (Fig. 2), le déficit climatique, estimé par rapport à ETM, sans tenir compte des reports possibles de stock d'eau par le sol, est fort pour les trois mois de janvier, février et mars, même celui établi avec un régime pluviométrique qui correspondrait pour chacun des mois au 8ème décile. Si les sols pouvaient permettre, grâce à une réserve utile (RU) élevée, un report du stock d'eau, les pluies tombées en novembre et décembre sont largement insuffisantes pour satisfaire les besoins en eau des céréales. Le défit hydrique est la règle. Pour produire du grain, les céréales ne peuvent être conduites comme en irrigué, lorsque l'ETM peut-être satisfaite. La densité de peuplement, la fertilisation azotée doivent être réduites. Et la production de paille, toutefois, l'est moins car elle est pratiquement terminée après l'épiaison alors que le grossissement des grains potentiellement dans l'épi n'a pas débuté à ce stade et que les chances de déficit ne cessent alors de s'accroître comme nous le verrons au § 1.2.2.2..

A Settat et Berrechid, dans la zone dite semi-aride, la satisfaction des besoins en eau se présente sous un jour plus favorable (Fig.3) et selon

que les sols permettent plus ou moins un report du stock d'eau, le déficit sera plus ou moins précoce, plus ou moins intense. Une détermination précise du déficit hydrique nécessiterait une étude plus poussée donnant année par année le bilan hydrique qui devrait être établi à partir du début de la saison pluvieuse puisqu'à aucun moment de l'année on ne peut être assuré d'un remplissage de la réserve utile des sols. C'est ce qu'a réalisé Lelievre (1979) sur le poste de Sidi Bennour, aux caractéristiques climatiques voisines des deux précédents. Il montre que, pour des cycles culturaux précoces (semis dès que 40 mm sont tombés dans deux décades successives) dans des sols à RU élevée (100 mm) (5), les risques de déficit hydrique étaient faibles avant le 20 février (10 %), qu'ils s'établissaient à 20 % du 20 février au 20 mars pour augmenter très vite ensuite. Dans les sols profonds de la Chaouia, ces valeurs peuvent servir de références.

A Casablanca (Fig. 3), les risques de déficit hydrique sont beaucoup plus réduits.

1.2.2.2 – Pendant la période printanière

Dans les postes de la zone aride, une distinction nette apparaît entre les postes voisins de l'Atlas (Marrakech et El Kelâa) et Benguerir. les premiers manifestent un pic pluviométrique en mars-avril, déjà noté par Debrach et al. (1956) et expliqué par Delannoy (1971). Il serait dû à l'existence de courants tropicaux d'altitude qui se manifestent par des orages au contact de l'Atlas. Etant donné que les besoins en eau sont les plus élevés aux environs de mars, Benguerir apparaît donc comme la station la plus défavorisée.

Dans les postes de la zone semi-aride, plus océanique, moins concernée par les courants d'altitude, le pic pluviométrique ne se manifeste pas et la pluviométrie de printemps de Settat et Berrechid a des probabilités d'occurence semblables à celles de Marrakech et El Kelâa. Malgré les reports possibles, il existe des risques élevés de déficit hydrique au printemps. Du fait de l'existence d'une phase critique autour de l'épiaison et d'une grande variabilité des pluies de mars, on a pu mettre en évidence dans la Chaouia une corrélation significative entre le rendement du blé dur et la pluviométrie de mars (Papy, 1979).

1.2.2.3 – Synthèse

La comparaison des régimes pluviométriques et d'évaporation manifeste la nette différence entre les trois postes de la zone aride et les autres.

Dans le premier cas, le déficit hydrique est la règle : l'eau étant toujours limitante, on a pu mettre en évidence une liaison linéaire entre pluviométrie de la campagne agricole et rendement. A partir des données de rendement de l'enquête agricole, nous avons obtenu, pour l'orge dans la région de MARRAKECH, la régression suivante (PAPY, 1979) :

R (q/ha) = 0,03 P (mm) + 4,26

(R = 0,74 avec 6 degrés de liberté)

(P = Pluviométrie annuelle)

Des relations linéaires entre rendement et pluviométrie totale ont également été trouvées sur les données des essais d'arido culture entrepris dans cette zone (Jouve-Berrada, 1978).

Dans ces zones arides, la nécessité d'utiliser au mieux la saison des pluies est une raison s'ajoutant à celle déjà signalée, de semer dès que possible.

Dans la partie semi-aride des régions étudiées le déficit hydrique qui commence à être élevé à partir de mars est toutefois bien moins fort que dans le cas précédent. Par ailleurs, rappelons que la pluviométrie automnale, d'autant plus forte que l'on s'approche de l'océan, peut-être dans certains cas excessive et se traduire par une diminution du nombre d'épis/m^2. La répartition des pluies dans l'année est plus déterminante que la quantité totale. Dans de telles conditions climatiques, les possibilités de report d'un stock d'eau de la saison automnale pluvieuse sur l'hiver et le printemps moins arrosé influencent fortement les rendements. Aussi dans cette zone semi-aride la nature du sol – sa réserve utile essentiellement – est-elle plus déterminante sur la production agricole que dans les zones arides.

5) Hamri de 1 m de profondeur ayant une réserve utile de 1,4 mm/cm de sol.

II – LES TERRAINS

2 – 1 CARACTÉRISATION DES TERRAINS

Trois grandes unités géographiques se distinguent nettement.

Nous allons essentiellement essayer de quantifier l'aptitude des sols à faire des reports d'eau après avoir précisé les principales caractéristiques qui la déterminent, à savoir : leur situation topographique, leur texture, leur profondeur, la nature du sous-sol. Les régions étudiées ont fait l'objet de travaux de reconnaissance pédologique. On dispose de trois cartes aux 1/200 000 de Wilbert (1965) pour la Basse Chaouia, Icole (1965) pour la Chaouia, Wilbert (1965) pour les Rehamna et la plaine de Benguérir. Le Département de Science du Sol de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II réalise actuellement une cartographie au 1/50 000 des sols de la Haute Chaouia dont nous avons pu utiliser les premiers résultats (Chouraichi et Oubahammou, 1979 ; Moughli, 1980).

2 – 1 – 1 La Basse Chaouia

L'arrière-pays de Casablanca est constitué par un alignement de dunes anciennes : c'est le Sahel, que nous ne faisons pas entrer dans notre étude.

La Basse Chaouia a proprement parler commence au sud d'une ligne qui va de Médiouna à Bir-Jdid. C'est une grande plaine à pente légère d'est en ouest dont Berrechid occupe le centre. L'écoulement des eaux se trouvant arrêté par les dunes, une zone de dayas s'est formée à l'ouest de la Chaouia, sur la rive droite de l'Oum Er Rbia. Le reste de la Chaouia se divise en deux unités naturelles, si bien que l'on peut distinguer trois ensembles.

La région des dayas est constituée d'un mélange complexe de sols rouges méditerranéens lessivés.

Le long de la route Casablanca – Berrechid – Settat se sont développés des sols chatains tirsifiés: ils occupent de grandes surfaces. Ces sols, de texture argileuse à argilo-limoneuse reposent sur un plancher calcaire situé à environ 80 m de profondeur. Selon que ce matériau se trouve sous forme de tuf poreux ou de croûte, il pourra plus ou moins emmagasiner de l'eau restituable aux plantes.

Dans la région d'El Gara s'étend une grande surface de sols tirsifiés dont la profondeur peut atteindre un à deux mètres. La réserve utile de ces sols argileux (plus de 50 % d'argile) dépend alors de la profondeur d'enracinement des cultures que l'on peut estimer au minimum à 1 m pour des céréales. Ces sols sont caractérisés par une forte activité structurale : en hiver, il sont peu perméables et l'eau y stagne sous forme de nappes perchées en fond de travail du sol ou en surface selon que le sol a été travaillé ou non. En été, ils se fissurent très largement et se dessèchent ainsi sur une grande profondeur. Très cohérents à l'état sec, leur adhésivité à l'état humide exige pour les travailler une plus grande puissance de traction que des sols moins argileux.

2.1.2 – La haute chaouia

A l'aide des travaux d'Icole (1964-65) et de Chouraichi et Oubahamou (1979) nous pouvons distinguer quatre grands types de sols dans la région qui nous intéresse. Ils sont dans l'ensemble formés sur des argiles de décalcarification mais selon l'origine du matériau, le climat la topographie, la pédogenèse les a différenciés.

2.1.2.1 – Des vertisols ou tirs bruns

Leur présence paradoxale dans ce « haut pays » à pluviométrie faible est expliquée par Icole (1964). Ils sont particulièrement développés dans la plaine de Khemisset Oulad Saïd. Mais on en trouve aussi entre El Gara et Benahmed ainsi qu'une tache au nord de Guisser. Ils ont les mêmes caractéristiques texturales que ceux de Basse Chaouia. Mais leur position topographie crée des différenciations.

. Dans les thalwegs et dépressions, ils peuvent dépasser 80 cm de profondeur ; ces sols peuvent être saturés d'eau en hiver,

. Sur les légers bombements et les versants à pente faible (1 à 6 %), ils ont 40 à 60 cm de profondeur,

. En sommet de croupe, se développent des sols vertiques sur croûte très peu profonds (20 cm)

2.1.2.2 – Des sols calcimagnésiques

Parmi ceux-ci, Chouraichi et Oubahamou distinguent des rendzines et des sols bruns calcaires. Ces sols sont très développés entre Settat et Benahmed.

Les rendzines sont des sols de texture argilosableuse, peu profonds (20-40 cm) à squelettiques ; développés soit sur croûte plus ou moins épaisse soit sur dalle géologique, ils occupent les sommets de plateau et des pentes. Les agriculteurs les appellent « biad » et, lorsqu'ils reposent sur du tuf calcaire, « biad alloua ». Leur charge en cailloux est souvent élevée.

Selon qu'ils sont développés dans des bas-fonds ou sur des versants, les sols bruns calcaires (appelés souvent hamri) sont plus ou moins profonds. Les premiers sont plus argileux (argile sableuse) ; leur profondeur varie de 40 à 80 cm ; on peut y trouver de minces feuillets de croûte plus ou moins épaisse.

2.1.2.3 – Des sols bruns steppiques

Ils domient à l'est de Guisser, sur argile à silex. Ces sols non calcaires, souvent caillouteux sont peu profonds (20 à 40 cm) et constitués de 50 % environ de sable fin.

2.1.2.4 – Des sols bruns calcaires squelettiques

Ils occupent, à l'ouest de l'axe Guisser-El Borouj, dans les entaillements du réseau des vallées qui coulent vers l'Oum Er-Rbia, d'importantes superficies. Attaqués par l'érosion, ils sont très peu profonds.

2.1.3 – Les Réhamna, la plaine de Benguerir et la Bahira

Le massif ancien des Rehamna débute au nord de l'Oum Er Rbia, par des formations permotriasiques, accidentées, caillouteuses, peu profondes. Plus au sud de longues crêtes de quartzite dure, appelées « skhour », à 700 m d'altitude, dominent le paysage. A leur pied, de longs glacis caillouteux les entourent. Les roches dominantes sont schisteuses. Des pentes de 20 % sont fréquentes. Les sommets les plus élevés se situent à l'ouest de la route Casablanca-Marrakech et le relief s'incline à l'est. Ce massif des Rehamna isole le Plateau des phosphates, au nord, du plateau des Ganntour, au sud. Benguerir se situe au contact du massif ancien et d'une zone calcaire qui fait le lien entre les Gantour et le Plateau des phosphates. Plus au sud, la dépression endoréique de la Bahira limitée par les Jbilete s'est comblée au quaternaire récent.

Nous pouvons donc distinguer trois sousunités : le Massif ancien, les formations calcaires, la zone de comblement de la Bahira.

2.1.3.1 – Des lithosols sur schistes

Sur la zone la plus élevée du Massif ancien des Rehamna, à l'ouest de la route Casablanca Marrakech, l'érosion a conduit à la formation de lithosols sur schistes : ces sols, très peu profonds, sont constitués de mélanges de débris caillouteux et d'une terre fine à texture limoneuse. Lorsque les schistes sont dégradées à orientation subverticale, l'enracinement des cultures peut pénétrer quelque peu dans le sous-sol. Mais la réserve utile de ces sols est malgré tout très faible. Les pentes sont souvent très fortes et elles peuvent être cultivées jusqu'à 20 % et plus.

Plus à l'est, au niveau de la route principale, les pentes étant moins fortes, se sont développés sur le matériau schisteux des sols appelés par Wilbert sols bruns méditerranéens dégradés. Ces sols à texture limoneuse ont 10 à 20 cm de profondeur.

Plus à l'ouest vers l'Oued Bouchane, on trouve quelques sols à texture grossière développés sur granite.

2.1.3.2 – Des sols bruns isohumiques

Sur les formations calcaires au contact du massif ancien, se sont développés des sols bruns isohumiques érodés sur croûte calcaire : on ne retrouve guère ici de formations sur tuf calcaire comme dans la Haute Chaouia. La profondeur de ces sols est faible (20 cm).

Juste au sud de Benguerir, la carte de Wilbert fait état d'un mélange complexe de lithosols sur calcaire ou de sols bruns caillouteux squelettiques comportant parfois des cailloux roulés d'apports d'oued. Les uns et les autres sont très superficiels.

2.1.3.3 – Plus au sud, la dépression de la Bahira donne des sols d'accumulation plus profonds que les précédents.

La correspondance avec les noms vernaculaires ne peut être qu'approximative. Sous réserve de l'utiliser avec précaution, c'est-à-dire de vérifier sur place les appellations, elle peut être très commode

pour discuter avec les agriculteurs. Nos enquêtes permettent de proposer les recoupements suivants :

Appelations vernaculaires	Identification des sols correspondants
HARCH	Lithosols sur schiste parfois sur croûte calcaire
HASSIA	Sol brun dégradé sur schiste
BIAD	Sol brun érodé sur calcaire
R'MEL	Sol de texture sableuse assez fréquent dans la région de BOUCHANE.

2.2 – JUGEMENT SUR LES POSSIBILITÉS DE STOCKAGE DE L'EAU

Des analyses dont nous disposons sur l'humidité à la capicité au champ, au point de flétrissement et de l'humidité courante en fin d'été qui est toujours plus faible que la précédente, nous avons évalué en mm/cm de profondeur de sol, la quantité d'eau qu'il faut apporter pour amener le sol de son humidité de fin d'été à la capacité au champ (eau cessible) et la quantité d'eau utilisable par les plantes (eau utile) (6). Ces estimations montrent une faible variation de ces paramètres en fonction des différentes textures rencontrées (Tab. 1).

Ainsi que le montrent des calculs faits au tab. 1, à partir des données précédentes et des profondeurs des sols, les différences de réserve utile des sols sont beaucoup plus déterminées par la profondeur que par la quantité d'eau utile par cm de sol. Mais d'autres caractéristiques vont diversifier en plus l'aptitude des sols à stocker de l'eau :

. La nature du sous-sol : selon qu'ils sont sur tuf poreux ou sur dalle calcaire, les tirs et sols calcimagnésiques de Chaouia peuvent stocker plus ou moins d'eau pour les plantes ; de la même manière les lithosols sur schistes des Rehamna selon l'orientation des plaquettes de roche.

. La topographie qui détermine le ruissellement et l'accumulation d'eau.

TABLEAU 1
Estimation des paramètres hydriques des principaux sols

Région	Sols	Texture	Profondeur (cm)	Eau cessible en mm/cm profondeur	Quantité nécessaire pour remplir la réserve du sol à partir de la fin de l'été (mm)	Eau utile en mm/cm de profondeur	Réserve (mm)
BASSE CHAOUIA	*TIRS* Région de Berrechid	Argilo à argilo-limoneux	80	1,9	150	1,4	110
	Région d'El Gara (pas de limite à l'enracinement des plantes)	Argileux	100	''	190	''	140
HAUTE CHAOUIA	Haute Chaouia	Argileux à argilo-limoneux	40 à 80	''	75 150		55 110
	RENDZINE	Argilo-sableux	20 à 40	1,7 ''	35 70	1,2 ''	25 50
	BRUN CALCAIRE de bas-fond	Argilo-limoneux	60 à 80	1,8 ''	110 145	1;3 ''	80 105
	BRUN STEPPIQUE	Argilo-sableux	30	1,5	45	1,1	35
REHAMNA BENGUERIR	*BRUN MEDITERRANEEN* dégradé	limoneux	20	1,9	40	1,4	30
	BRUN ISOHUMIQUE	Argilo-sableux	20	1,7	35	1,2	25

6) Voir modèle de LELIEVRE 1979.

CONCLUSION : ZONATION PÉDOCLIMATIQUE

L'aridité se caractérise par une faible pluviométrie et une grande variabilité des quantités tombées annuellement et de leur répartition dans le temps. Mais ces seuls critères climatiques ne peuvent suffire à préciser les conditions de cultures. L'aptitude des sols à permettre des reports d'eau est déterminante. Elle rend possible les cultures de printemps (maïs, fève...) et donc la diversification des systèmes de culture, tout comme elle atténue les déficits hydriques instantanés, régularisant ainsi quelque peu les rendements des cultures d'hiver (blé, orge).

La possibilité ou non de diversifier les systèmes de culture par des cultures de printemps peut être considérée, du point de vue agronomique, comme une limite de contrainte d'aridité entre zones aride et semi-aride. Si, au nord de l'Oum Er Rbia on trouve une correspondance approximative entre la limite des domaines aride et semi-aride telle qu'elle est définie par Sauvage et la limite extrême des cultures de printemps (Fig. 1), c'est bien en fait parce qu'il y a une différence de profondeur des sols de part et d'autre de l'oued, qui accentue la différence entre les deux domaines climatiques. Cette conjonction de contraintes du climat et des terrains crée une coupure nette que l'on voit bien dans le paysage agricole. Dans la zone aride (Rehamna, Plaine de Benguerir, Bahira), la faible épaisseur des sols accentue certaines des conséquences de l'aridité du climat : impossibilité de pratiquer d'autres cultures que les céréales, forte irrégularité des rendements (en grains, d'ailleurs, plus qu'en paille). A l'irrégularité interannuelle des rendements s'ajoute, du reste, celle des surfaces emblavées, puisque nous avons vu que les conditions de préparation des terres étaient très aléatoires dans ces régions arides.

Tandis que dans la zone semi-aride (Basse et Haute Chaouia), la possibilité de faire une plus grande gamme de cultures et la diversité des types de sols créent une richesse de systèmes de culture que nous analyserons ultérieurement.

BIBLIOGRAPHIE

ASSERGHINE M. 1979. – Les exploitations paysannes en zone semi-aride. Formation en Evolution.
Mémoire 3ème Cycle Sciences Humaines. Inst. Agr. et Vét. Hassan II, Rabat.

CHOURAICHI M., OUBAHAMMOU S. 1979. – Cartographie au 1/50.000 et caractérisation des sols de la région de Guisser – Khemis – Zone Sud.
Mémoire de 3ème Cycle de Pédologie – Inst. Agron. et Vét. Hassan II – Rabat.

DEBRACH J., OUSSET J., MICHEL M. 1956. – Précipitations atmosphériques au Maroc. Fréquences et intensité des précipitations.
Annales du Service de Physiol. du Globe et de météo. 16, 77-108.

DEBRACH J., OUSSET J., MICHEL M. 1958. – Données nouvelles sur la température de l'air au Maroc.
Annales du Service de Physiol. du Globe et de météo. 18, 67-115.

DELANNOY H. 1971. – Aspects du climat de la région de Marrakech.
Revue de géographie du Maroc. 69-106.

DONADIEU P. 1977. – Contribution à une synthèse bioclimatique et phytogéographique au Maroc.
Doc. Ronéo. Inst. Agron. et Vét. Hassan II – Rabat.

EL HARIZI K. 1978. – Essai sur les comportements économiques des exploitations familiales en Chaouia ; quelques faits face aux théories.
Mémoire de 3ème Cycle Sciences Humaines – Inst. Agron. et Vét. Hassan II – Rabat.

FLORET C., PONTANIER R. 1978. – Relations climat-sol-végétation dans quelques formations végétales spontanées du sud tunisien (Production végétale et bilan hydrique des sols).
Minist. Agr. Tunis. PNUD – Projet TUN. 69. Doc. Technique 1.

ICOLE M. 1964. – Pédogénèse à vertisol en Haute Chaouia.
Al Awamia, 11, 71-87.

ICOLE M. 1965. – Carte de reconnaissance des sols de Haute Chaouia 1/200.000.
Tirage Ozalid ; une notice dactylographiée 54 pp. DRA, Rabat.

IONESCO T. 1965. – Considérations bioclimatiques et phytoécologiques sur les zones arides du Maroc.
Cah. Rech. Agron. Rabat. 19, 1-69.

JOUVE Anne-Marie. 1979. - Les structures agraires dans la Haute Chaouia et les Rehamna. *Le Maroc Agricole, 119, 9-13.*

JOUVE Ph. 1979. - Les voies d'amélioration des rendements céréaliers en zones semi-aride et aride. *Hommes, Terres et Eaux, 35, 79-85.*

JOUVE Ph., BERRADA. 1979. - Résultats d'expérimentation en aridoculture. *Le Maroc Agricole, 113.*

KUTSCH H.G. 1978. - Le pouvoir d'évaporation du climat marocain. *Direction de la Recherche Agronomique.*

LELIEVRE E. 1979. - Modèle d'étude du déficit hydrique en région semi-aride. Application à la culture du Blé dur en sec et en irrigué dans les Doukkala. *Doc. Ronéo. Dép. Agr., Inst. Agron. et Vét. Hassan II, Rabat.*

MOUGHLI. 1980. - Cartographie au 1/50.000 et caractérisation des sols de la région de Guisser – Zone nord. *Mémoire de 3ème Cycle de Pédologie. Inst. Agron. et Vét. Hassan II, Rabat.*

PAPY F. 1979. - Analyse du comportement des cultures de Blé dur et d'Orge dans différentes régions céréalières du Maroc à travers leur réaction aux variations interannuelles des régimes pluviométriques. *Acad. Agric. Fr., Séance du 31/1/79, 231-247.*

SAUVAGE C. 1963. - Etages bioclimatiques. Atlas du Maroc. Com. nat. Géogr. *Notice de la carte établie en collaboration avec INA-PG. GRIGNON.*

SEBILLOTTE M. et al. 1972. - Etude pour l'aménagement des parcours du Maroc oriental. *Convention MARA – SCET – Coop. ERES. 4 vol. 13 cartes.*

SEBILLOTTE M. 1973. - Les cultures de céréales en sec dans le Maroc oriental. *Rev. de Géog. du Maroc. 23 et 24, 1-27.*

UNESCO 1979. - Carte de la répartition mondiale des régions arides (1/25.000.000) et notice explicative. *Notes techniques du MAB n° 7.*

VAN DER KLOET (1975). - Inégalité dans les milieux ruraux. *Inst. de Rech. des Nations Unies pour le Développement Social, Genève.*

WILBERT J. 1965. - Carte pédologique des sols de la Chaouia au 1/200.000. *Tirage ozalid ; une notice dactylographiée 120 pp. DRA, Rabat.*

WILBERT J. 1964. - Carte de reconnaissance des sols de la région de Mechra ben Abbou au 1/200.000. *Synthèse de trae Missante, Icole et Wilbert, Calque DRA, Rabat.*

Résumé :

La compréhension des systèmes de culture des zones semi-aride et aride du Maroc occidental nécessite la connaissance préalable des contraintes imposées par les sols et le climat à la production végétale. Cette analyse a été faite suivant un gradient d'aridité croissante en allant de la Chaouia au Nord à la Bahira au sud.

Dans une première partie on a cherché, à partir des régimes pluviométriques et d'évaporation à évaluer le déficit hydrique climatique de ces zones. Ensuite ont été analysées les conséquences agronomiques de ce déficit notamment sur l'installation des cultures et la satisfaction de leur besoin en eau.

Dans une deuxième partie, une synthèse des différents travaux de cartographie pédologique entrepris dans la région a permis de caractériser les principaux types de terrains qu'on y rencontre. On s'est attaché à faire ressortir les aptitudes de ces terrains à stocker de l'eau.

En associant les caractéristiques agronomiques du climat et des sols une zonation des régions semi-arides et arides du Maroc occidental a été proposée en vue de l'analyse ultérieure des systèmes de culture adoptés par les agriculteurs.

14

Les systèmes de culture dans les zones semi-aride et aride du Maroc occidental.

JOUVE P., PAPY F.

RGM, N° 7, Nouvelle Série, 1983

Les Systèmes de culture dans les zones semi-aride et aride du Maroc Occidental (1)

Ph. JOUVE et F. PAPY
Département d'Agronomie,
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat

Cet article est le deuxième volet d'une analyse des conditions et modes d'exploitation agricole des zones semi-aride et aride du Maroc-Occidental. Dans une première partie (RGM n° 5 Nouvelle Série), les auteurs ont mis en évidence les contraintes agronomiques qu'impose le milieu naturel, en analysant certaines caractéristiques du climat et des sols de ces régions. Cette première partie est suivie d'une étude des systèmes de culture que les agriculteurs ont adoptés compte tenu de ces contraintes agronomiques mais aussi de leur histoire et des conditions socio-économiques dans lesquelles ils se trouvent.

(1) Cette étude fait la synthèse d'un certain nombre d'enquêtes de terrain effectuées par le Département d'Agronomie de l'IAV Hassan II en collaboration ave le Bureau d'aridoculture de la Direction de la production végétale. Aussi nous tenons à remercier tous ceux qui ont participé à ces enquêtes et plus particulièrement :
- les étudiants de 3e Cycle
- MM BERRADA et EL BAGHATI Ingénieurs et Melle BENIKHIS et M. AMAR Techniciens du Bureau d'Aridoculture.
- Mes collègues enseignants Melle HANRION, MM. AMEZIANE, LELIÈVRE, OUATTAR, OUSSIBLE qui ont de plus apporté leurs remarques critiques lors de la rédaction de cette synthèse.
- Enfin les trechniciens des Centres de Travaux de Settat et Ben Guerir pour leur précieuse collaboration.

INTRODUCTION

Les formes d'exploitation agricole d'un milieu donné sont d'abord fonction des contraintes pédo-climatiques que celui-ci impose aux cultures. Ces contraintes pour les zones semi-aride et aride du Maroc occidental ont fait l'objet d'une analyse particulière dans un article précédent (PAPY et al 1981). Dans cette analyse on s'est efforcé de mettre en relief les conditions du milieu naturel qui pèsent le plus sur l'agriculture de ces zones.Rappelons-en les traits dominants :

– une pluviométrie d'hiver coincidant avec la saison de croissance des végétaux. A la différence des régions semi-arides où la pluviométrie est surtout estivale (grandes plaines du centre des Etats-Unis, Nord-Ouest de l'Australie) ou marquée par deux saisons de pluie, ce type de répartition pluviale rend moins nécessaire les reports d'eau par le sol d'une saison à l'autre, par contre il impose une valorisation directe des eaux de pluies en réduisant le ruissellement et la concurrence des adventices.

– une grande variabilité aussi bien inter-annelle qu'inter-saisonnière de la pluviométrie, cette variabilité ayant tendance à s'accentuer avec l'aridité. Une telle variabilité, presque plus que la faiblesse des précipitations, constitue la contrainte climatique dominante car elle fait peser un risque permanent sur la production, empêche d'adopter des techniques de culture stables et entraine des rendements très aléatoires pouvant perturber profondément le fonctionnement des exploitations.

– un déficit hydrique systématique pour toutes les cultures. Ce déficit, différence entre la pluviométrie efficace et l'évapotranspiration maximale (ETM) se manifeste principalement en fin de cycle de végétation et s'accroît naturellement avec l'aridité, donc avec la latitude. Le fait que l'on ait pu établir une relation linéaire entre la hauteur des précipitations annuelles et les rendements des céréales confirme que ce déficit constitue bien un facteur limitant systématique de la production et que l'amélioration de celle-ci passe nécessairement par une meilleure valorisation des ressources pluviométriques.

– Enfin des terrains présentant généralement une topographie sub-horizontale limitant le ruissellement, mais ayant une profondeur limitée par la présence d'un horizon calcaire plus ou moins encroûté, à l'exception des « tirs » (vertisols en basse et haute chaouia).

Il en résulte que la faible réserve utile de la majorité des sols en zones semi-arides marocaines ne permet que des reports d'eau modestes d'une saison ou d'une année à l'autre et rend de ce fait sans grand intérêt la jachère travaillée.

La combinaison de ces différentes conditions pédo-climatiques a permis d'établir une zonation des régions semi-arides du Maroc occidental par rapport à leur possibilité de mise en valeur agricole. Cette zonation recoupe en partie celles déjà établies par les phyto-écologistes et bioclimaticiens (SAUVAGE 1963 ; DONADIEU 1977), mais suit de plus près les limites écologiques des plantes cultivées. Elle permet d'identifier des zones au sein desquelles on peut mettre en évidence un mode d'occupation agricole des terres dominant.

Le rappel des conditions pédo-climatiques qui caractérisent la zone semi-aride marocaine permet de souligner à nouveau l'originalité de cette zone par rapport à l'ensemble des zones semi-arides de la planète. Le caractère régional de cette aridité empêche un transfert direct des solutions techniques qui dans d'autres régions semi-arides du monde ont permis d'améliorer la production.

Si l'exploitation d'un milieu dépend de ses conditions pédo-climatiques, elle est aussi fonction des formes d'organisation sociale des paysans, de leur niveau technologique et des moyens de production dont ils disposent. Ces facteurs sont variables au sein d'une même région pédo-climatique. Ils nous imposent donc dans notre analyse de croiser la variation des facteurs du milieu, et en particulier l'aridité, avec celle des facteurs de production et plus particulièrement de la mécanisation qui, suivant son niveau autorise une plus ou moins grande maîtrise des contraintes du milieu naturel.

Le concept qui rend compte de la forme d'exploitation agricole d'un milieu est celui de sys-

tème de culture. Il traduit l'existence d'une organisation plus ou moins stable de la production végétale à l'intérieur d'un espace défini. C'est donc à travers l'analyse des systèmes de culture des zones semi-arides et arides du Maroc occidental que nous chercherons à comprendre les modes d'exploitation agricole de ces régions.

Un système de culture se caractérise par la nature des espèces cultivées, leur répartition dans l'espace, leur succession sur les parcelles ainsi que par les techniques culturales utilisées. Ce sont ces caractéristiques que nous allons analyser successivement dans les différentes régions ayant fait l'objet de l'étude pédo-climatique citée précedemment.

I – LES PLANTES CULTIVÉES

1.1 – LIMITES ÉCOLOGIQUES ET IMPORTANCE RESPECTIVE DES CULTURES

Ainsi que nous l'avons vu, les caractéristiques des terrains et des climats se conjuguent pour créer des conditions d'alimentation hydrique très nettemment différenciées. Cela se traduit par une limite culturale nette au sud de laquelle le maïs et les légumineuses à graine ne sont plus cultivés. Nos enquêtes de terrain, les cartes de Claire BONNENFANT (1975) et de MENARD (1968) nous ont permis de la situer comme indiqué sur la fig. 1, de l'article précédent sur les contraintes pédo-climatiques des zones étudiées (PAPY et al. 1981). Elle passe plus au sud que la limite d'étage proposée par SAUVAGE. La possibilité ou non de pratiquer d'autres cultures que les céréales constitue un facteur primordial de différenciation des successions de cultures et des techniques. Aussi cette limite géographique marque-t-elle une discontinuité dans les système de culture. Du point de vue agronomique elle nous parait pouvoir être prise pour limite entre domaines aride et semi-aride. Mais comme nous l'avons vu, elle ne peut être caractérisée par de simples indices climatiques.

Les données du tableau 1 où figurent l'occupation du sol dans les provinces de Settat et d'El Kelaa, représentatives respectivement des zones semi-aride et aride rendent bien compte de ce phénomène. En zone aride la place des légumineuses et du maïs devient résiduelle et s'explique localement par des situations soit plus arrosées (région de Bouchane) soit irriguées (une partie de la Bahira).

Ces données font également ressortir la prédominance du blé dur en Haute Chaouia, tandis que plus au sud, en zone aride, l'orge occupe près de la moitié des superficies cultivées alors que le blé tendre devient presque aussi important que le blé dur.

L'existence du gradient d'aridité nord-sud dû à la diminution de la pluviométrie et à la plus faible

TABLEAU 1
Occupation du sol des provinces de Settat et El Kelaa des Srarhna
Superficie en 1000 ha – Rendements en quintaux /ha

	SETTAT (semi-aride)						EL KELAA (aride)					
	1977-78			1978-79			1977-78			1978-79		
	Sup	%	Rdt	Sup	%	Rdt	Sup	%	Rdt	Sup	%	Rdt
- Blé dur	169,0	30	13,3	153,7	27	14,0	52,5	11	8,5	54,2	11	8,0
- Blé tendre	43,7	8	9,4	36,2	6	15,15	40,3	8	6,0	43,9	9	6,2
- Orge	200,7	36	12,2	174,0	31	9,77	238,7	48	7,0	231,9	45	8,6
- Avoine + Alpiste	10,9	2	–	5,9	1	–	–	–	–	–	–	–
- Maïs	42,7	8	15,8	51,7	9	7,81	5,0	1	12	6,9	1	4,9
- Fève	22,2	4	10	23,8	4	9,3	2,6	0,5	8,2	4,9	1	0,04
- Pois - chiche	1,2	-	8,9	1,2	0	12,0	–			–		
- Petit - pois	34,8	6	6,1	23,8	4	12,0	–			0,1	–	
- Lentille	6,8	1	6,5	7,3	1	8,28	–			–		
- Maraichage	4,0			3,6	1		1,9	0,5		3,5	0,5	
- Fourrages	4,8	1		6,3	1		2,9	0,5	–	9,1	1,5	
- Jachère	22,2	4		85,8	15		155,9	31		157,8	31	
- Divers	0,1			–			–	–		0,2	–	
TOTAL GENERAL	563,1	100		573,3	100		499,8	100		512,5	100	
- Céréales d'hiver		76			65			67			65	
- Maïs		8			9			1			1	
- Légumineuses		11	23%		9	33%		0,5	32,5%		1	33%
- Jachère		4			15			31			31	

réserve utile des sols des zones arides explique ces variations. Ainsi, il n'est pas surprenant de constater que le blé dur dont le cycle est plus long que celui du blé tendre et de l'orge et donc plus sensible aux sécheresses de printemps, perde du terrain au profit de ces cultures au fur et à mesure que l'aridité s'accroit.

Cette approche globale de la place des cultures dans la zones semi-aride et aride du Maroc occidental masque en fait de fortes disparités au niveau des exploitations. Celles-ci sont dues essentiellement au fait que chacune de ces cultures présente des fonctions particulières par rapport aux objectifs des exploitations. En conséquence, si l'on veut comprendre la place que ces différentes spéculations occupent dans les systèmes de cultures, il est nécessaire de considérer leur rôle dans le fonctionnement des exploitations.

1.2 – FONCTIONS DES CULTURES DANS LES EXPLOITATIONS

1.2.1 – Les céréales

Les blés et orges ont des fonctions bien spécifiques qui expliquent leur coexistence dans la majorité des exploitations. Le blé dur est d'abord produit pour l'autoconsommation familiale. Aussi, dans bien des cas lui réserve-t-on les meilleures terres, celles qui ont une bonne fertilité chimique et la réserve utile la plus grande (tirs, hamri).

Dans les petites exploitations toutefois, de façon d'autant plus marquée que la région est aride, l'orge, dont la supériorité de rendement par rapport au blé s'accroit avec l'aridité, remplace ce dernier dans l'alimentation de base des familles paysannes; le blé dur devenant alors la céréale de luxe, celle que l'on consomme à l'occasion des fêtes ou pour honorer des invités.

Le blé tendre est par contre une céréale destinée plus à la vente qu'à la consommation familiale. Aussi est-ce dans les grandes exploitations qui satisfont largement à leurs besoins en blé dur, qu'il est le plus fréquent.

Les nouvelles variétés actuellement cultivées étant plus précoces que le blé dur, tirent mieux partie des terres peu profondes, sensibles au déficit hydrique en fin de saison telles que les « Harch » (sols bruns steppiques).

C'est cette supériorité sur le blé dur qui explique aussi, comme nous l'avons déjà souligné, que le blé tendre soit, en proportion, plus cultivé en zone aride qu'en zone semi-aride. Enfin signalons que dans les exploitations, les pailles et les chaumes des blés sont systématiquement utilisés pour l'alimentation des troupeaux bien qu'ils soient moins appétables que ceux de l'orge.

L'orge a de multiples fonctions. Elle est d'abord l'aliment de base des petits et moyens exploitants, donc du plus grand nombre, particulièrement en zone aride. Pour valoriser cette céréale du pauvre ceux qui la consomment lui reconnaissent des vertus particulières, entre autres une plus grande valeur énergétique que celle du blé dur.

A cette fonction primordiale, viennent s'ajouter celles qui intéressent l'alimentation des animaux. En effet l'orge participe de différentes manières à cette alimentation : déprimage des parcelles les plus précoces, pâturage des chaumes, consommation de paille par les bovins, de grains par les animaux de trait lors des semailles ou des moissons.

Par ailleurs, l'orge donne lieu à un type de culture essentiellement fourragère appelée « aglass ». Cette culture généralement située près des habitations est semée dès les premières pluies d'automne. Elle sera ensuite paturée lors du tallage (déprimage) afin d'assurer un relais, le plus précoce possible, avec le pâturage des chaumes et jachères en voie d'épuisement en début d'automne. En année à pluviométrie excedentaire cette orge « aglass », une fois déprimée, pourra être conduite jusqu'au grain. Par contre, si l'année est sèche et peu favorable à la production de grain ou tout simplement si les besoins des animaux le nécessitent, cette orge sera totalement pâturée en vert. Ces caractéristiques font de l'orge «aglass» une culture nettement différenciée de l'orge cultivée pour le grain. Il est intéressant de noter que cette orge « aglass » est certainement le fourrage le plus cultivé au Maroc même si les statistiques officielles occultent ce phénomène en ne différenciant pas l'orge grain et l'orge fourrage. Historiquement, l'extension de la pratique de l'orge « aglass » a été parallèle à la régression des parcours et de la transhumance et cette extension dans certains villages de Haute Chaouia, n'a commencé que depuis une vingtaine d'années.

On voit donc que l'orge joue un rôle non seulement polyvalent, mais également stratégique dans l'alimentation du bétail; si on ajoute que sa paille

et son grain sont mieux appréciés des animaux,on comprendra facilement qu'elle occupe une place de choix dans toutes les exploitations possédant un élevage, c'est-à-dire dans la quasi totalité.

Le maïs n'est qu'accessoirement cultivé pour la consommation humaine ; grains, mais aussi tiges et rafles sont surtout destinés aux animaux. A ces fonctions il faut aussi ajouter celle que lui confère sa qualité de bon précédent à céréale du fait des nombreux binages et sarclages que nécessite sa culture.

C'est cette caractéristique qui explique qu'un certain nombre de grandes exploitations,ne disposant pas de suffisamment de main-d'œuvre pour faire cette culture sarclée mais voulant cependant l'avoir comme précédent à leurs céréales, louent pour un an leur sole de maïs à des petits exploitants disposant d'un surplus de main d'œuvre. En plus de la bonification de leur terre qu'entraine un tel précédent, ils s'affranchissent en cas de location en espèces, des aléas que fait courir à cette culture une pluviométrie de printemps capricieuse. Notons que cette pratique n'est pas spécifique des zones étudiées, on la retrouve dans de nombreuses autres régions du pays et elle peut concerner d'autres cultures sarclées que le maïs (légumineuses à graines). Bel exemple de complémentarité entre exploitations disposant de facteurs de production inégalement répartis diront certains, on peut aussi y voir la traduction au niveau du processus de production lui-même de rapports sociaux inégalitaires.

On voit que la fonction des céréales est prioritairement l'alimentation des hommes, secondairement celle des animaux d'où leur role capital dans la vie et la survie des familles. Pour garantir celles-ci et faire face aux aléas du climat, en bonne année, les excédents étaient traditionnellement stockés dans l'exploitation elle-même. Ce stockage se faisait dans des « matmoras » sorte de greniers creusés dans l'horizon calcaire sous-jacent à la plupart des sols de la région. Situés à l'écart des habitations et recouverts de terre ces greniers offraient de surcroit une bonne protection des récoltes en période d'insécurité (« Siba »).

L'insécurité dans les campagnes ayant disparu, on constate une régression de ce monde de stockage ; mais ce n'est pas la seule cause. Le déficit céréalier chronique de la masse des petites exploitations et l'adoption d'une économie monetaire d'échange par les plus grandes expliquent aussi le phénomène. Pourtant, cette gestion familiale des excédents constitue une de ces pratiques contre-aléatoires mises au point empiriquement pour s'adapter aux caprices du climat. Sa régression en l'absence d'un système collectif de sécurité alimentaire, ne peut qu'accroitre la précarité des exploitations et accentuer la migration vers les villes, chaque fois que la sécheresse condamnera la récolte.

1.2.2 – Les légumineuses à graines

A côté des cultures de céréales on trouve, en zone semi-aride, des légumineuses à graines qui assurent au sein des exploitations des fonctions variées : elles participent à l'autoconsommation humaine et animale, elles jouent un rôle privilégié dans la trésorerie des foyers, enfin comme le maïs elles sont à des degrés variables, considérées comme de bons précédents à blé.

Mais il faut noter que les différentes légumineuses à graines cultivées dans la zone semi-aride et qui sont par ordre d'importance : les petits pois, les lentilles, les fêves et les pois-chiches ne contribuent pas de la même façon à ces différentes fonctions. C'est d'ailleurs ce qui explique en partie leur présence simultanée dans beaucoup d'exploitations.

Ainsi les légumineuses les plus rentables sont les petits pois, mais ce sont aussi celles qui demandent le plus de main d'œuvre.

Les lentilles semées le plus souvent à la volée ne sont pas binées, de ce fait elles ne sont pas considérées comme un précédent nettoyant, d'autant que pour éviter un mélange de graines, les pieds de lentilles sont récoltées à la main séparément des mauvaises herbes qui restent sur le champ.

Les fêves sont les plus sensibles à la sécheresse de printemps, d'où leur place limitée sur les terrains autres que les « tirs » bien qu'elles soient très appréciées pour l'engraissement des animaux.

La part de ces différentes légumineuses à graines dans l'assolement fluctue d'une année à l'autre en fonction de l'importance des pluies d'hiver. On note ces dernières années une diminution des surfaces qui leur sont consacrées.

1.2.3 – Les jachères

Reste à analyser le rôle et la fonction de la jachère, c'est-à-dire des terres non cultivées pen-

dant une campagne agricole au moins. De ce point de vue il convient de distinguer les régions arides de celles qui sont semi-arides. Dans ces dernières on trouve une proportion de terres non négligeable (15 à 25 %) laissée chaque année en jachère.

Ces jachères ont essentiellement un rôle fourrager et occupent une place particulière dans le calendrier alimentaire des animaux. En effet, elles permettent d'assurer le relais entre, d'une part, le déprimage des orges et pâture en hiver des terres destinées aux cultures de printemps (maïs, pois-chiche), d'autre part le pâturage des chaumes dès la moisson des orges. Aussi retrouve-t-on ce type de jachère dans la plupart des exploitations même les plus petites.

Les cultures fourragères autres que l'orge « aglass » étant quasi-inexistantes, cette jachère est d'autant plus nécessaire que les terrains de parcours sont réduits, comme c'est le cas pour la majeure partie de la Chaouia, exceptée la partie sud des Beni-Meskine. Dans le paysage ces jachères se localisent de préférence sur les terres les plus légères telles que les « biad » (rendzines), les terrains en pente, là où le démarrage de la végétation spontanée après les premières pluies est la plus précoce. Aussi trouve-t-on peu de jachère en « tirs » (vertisols). Dans ces sols argileux, lourds, « froids », s'engorgeant l'hiver, la production d'herbe est lente, le pâturage plus difficile. Par ailleurs, ces sols à bonne réserve utile, nous l'avons vu, sont de préférence réservés aux cultures les plus exigeantes : blé dur, légumineuses, maïs, cultures en partie sarclées qui diminuent le stock d'adventices et donc la production ultérieure des jachères.

A travers ce choix de terrain pour la jachère on voit nettement que sa fonction est avant tout fourragère et non pas d'assurer un report d'eau d'une année à l'autre. En effet, si c'était le cas, ce serait les sols les plus profonds les « tirs », ceux dont la réserve en eau potentielle est la plus grande qu'il faudrait choisir et non pas les sols légers et peu profonds dont la réserve peut être aisement reconstituée par les pluies d'hiver et qui sont donc peu aptes au stockage de l'eau sur deux campagnes.

C'est dans les grandes exploitations que la jachère est la plus importante. Elle semble même avoir tendance à s'étendre au détriment des cultures sarclées : légumineuses et maïs, trop exigeantes en main-d'œuvre et donc peu rentables pour ce type d'exploitation.

Les besoins du troupeau n'étant plus ici la cause première de ces jachères, et leur localisation pouvant se faire sur des terrains profonds, il arrive qu'elles soient conduites pour stocker de l'eau. Dans ce cas elles sont pâturées jusqu'en mars puis retrounées avant que le sol ne se soit désséché. Il s'agit alors d'une solution de compromis entre jachère fourragère et jachère travaillée qui suppose l'existence d'autres ressources fourragères dans l'exploitation.

En zone plus aride la fonction fourragère des jachères n'est plus aussi déterminante du fait de l'existence plus fréquente de parcours sur les sols les plus pauvres. Bien qu'elle soit utilisée par les animaux, la jachère correspond plutôt aux terres qui, faute de temps, n'ont pu être ensemencées. Aussi son importance varie-t-elle fortement d'une année à l'autre suivant la plus ou moins grande précocité des pluies.

Ainsi dans la province de Marrakech, les surfaces ensemencées en céréales ont été de 826.000 ha en 1976-77, campagne agricole à pluviométrie précoce, alors que durant la compagne précédente, les pluies ayant été tardives, elles n'étaient que de 602.00 ha ; aucune culture de printemps n'étant possible dans cette région aride, la différence correspond à une jachère occasionnelle.

Signalons enfin que les surfaces laissées en jachère oscillent dans cette zone autour de 30 % de la surface cultivée. La pression démographique et le développement de la mécanisation contribuent à faire baisser ce pourcentage au profit de la monoculture des céréales.

II – LES SUCCESSIONS CULTURALES

2.1 – CONSIDÉRATIONS PRÉALABLES

Avant de dégager les liaisons existant entre caractéristiques du milieu et successions culturales, il convient de signaler le rôle que peuvent jouer certains facteurs internes aux exploitations dans la détermination de ces successions.

a – Les successions dépendent d'abord des assolements pratiqués par les exploitations, c'est-à-dire des spéculations retenues et de leur proportion respective, caractéristiques de base de leur système de production.

Dans les petites exploitations qui arrivent à peine à l'autosuffisance alimentaire la sole céréa-

lière est généralement plus importante que dans les grandes. Si l'on situe le seuil de surface assurant l'autosuffisance en céréales d'une famille normale, à 5 ha en zone semi-aride, 8 ha en zone aride, dans le système d'assolement biennal dominant, c'est dans les exploittions de taille inférieure à 10 et 16 ha que l'on verra apparaître une succession continue de céréales sur certaines parcelles.

b – La dispersion et l'éloignement des parcelles influent aussi sur le choix des cultures et de leur succession. Plus les parcelles seront éloignées plus les successions seront extensives.

En particulier des cultures sarclées comme le maïs ou les fèves y seront en partie délaissées au profit de la jachère ou de la monoculture de céréales ; ceci pour réduire les déplacements qu'entraine leur entretien et aussi pour diminuer les risques de vol de récolte. Un phénomène similaire a déjà été noté dans les périmètres irriguées du Tadla et des Doukkala.

c – Enfin en matière de successions de culture il ne faut pas négliger le poids des pratiques communautaires encore vivaces dans bien des régions de la zone semi-aride marocaine.

Les résultats d'une enquête portant précisement sur ce thème et conduite dans un village de Haute-Chaouia (Kharda) par le département d'agronomie de l'IAV Hassan II en 1978 a confirmé la survivance d'un assolement collectif distribué par quartiers de culture.

Dans chaque quartier, correspondant généralement à un type de sol bien défini, toutes les parcelles individuelles portent une même culture et la succession étant strictement biennale, une année le quartier sera cultivé en céréales d'hiver l'année suivante en maïs en légumineuses ou laissé en jachère suivant la nature du terrain. Nous nous trouvons ici en présence d'une situation où la succession, pratique collective, prime sur toute autre considération individuelle et peut de ce fait aboutir dans certaines exploitations à une répartition « déséquilibrée » des cultures à l'échelle d'une campagne. Ce sera le cas pour ceux dont la distribution des parcelles est inégale entre les quartiers portant une année donnée des céréales, et les quartiers en maïs légumineuses ou jachère.

Les raisons de cette pratique communautaire sont bien connues. Elles tiennent aux relations étroites existant entre agriculture et élevage. Tout au long de l'année le bétail est amené à pâturer sur les terres de culture que ce soit sur les chaumes, les orges « aglass », les jachères.

Pour éviter tout délit de parcours, inévitable si la distribution des cultures, non encloses, était laissée à la discrétion de chacun, le regroupement des cultures de même type apparait comme une solution logique, l'existence de plusieurs « quartiers » de culture assure au système un minimum de souplesse tout en permettant une diversification des systèmes de culture en fonction des sols (2).

Tous ces facteurs doivent être pris en considération pour relativiser les successions types données dans le tableau II. Ce dernier indique par importance décroissante les combinaisons de cultures possibles, compte tenu des contraintes imposées par le milieu naturel pour des exploitations possédant la gamme des sols indiqués.

2.2 – LES SUCCESSIONS CULTURALES DE LA ZONE SEMI-ARIDE

Tout effort de classification suppose une certaine abstraction. Ici nous avons tendance à gommer les caractéristiques particulières des exploitations que nous venons de présenter et qui peuvent localement modifier les successions types.

Nous nous attacherons à faire ressortir ces successions types pour les catégories de milieu et notamment de terrain telles qu'elles ont été définies dans l'étude préalable des caractéristiques pédo-climatiques des zones semi-aride et aride (PAPY et all. 1981).

Pour la zone semi-aride une grande partie des informations résulte d'un travail d'enquête effectué en Haut Chaouia (JOUVE 1979) complété par des études ultérieures (ASSEGHINE 1979, ZAGDOUNI, 1980) qui, sans aborder directement l'étude des systèmes de culture ont permis de vérifier et d'étendre les analyses faites antérieurement.

2.2.1 – Sur « Tirs » (Vertisol)

En Chaouia sur ces sols profonds à réserve utile (RU) en eau relativement élevée (55 à 110 mm) on trouve les légumineuses et le maïs qui alternent en rotation biennale régulière avec les blés.

(2) Un système d'organisation similaire a été décrit par G. LAZAREV dans la confédération des HAYAYNAS (prériI. 1965). Mais il signalait sa précarité face à la menace conjugée de la concentration foncière et de la mécanisation.

TABLEAU 2
Successions culturales types suivant le climat et les sols

Regions		Systèmes de culture producteurs de grains			Système fourrager
Zone semi-aride (Basse chaouia Nord de la haute chaouia)	Type de sols (appelation vernaculaire)	Vertisols (tirs) ·Argilo à argil. limoneux ·P = 40 à 100 cm ·Ru de 55 à 140 mm ·Peu ou pas caillouteux	Rendzine (riad) et brun calcaire ·Arg. sabl. à arg. limoneux ·P 40 à 60 cm ·Ru de 50 à 80 mm ·Moyennement caillouteux	Brun steppique (harch) Brun calc. squelettique ·Argil. limoneux ·P 20 à 40 cm ·Ru de 30 à 50 mm ·Très caillouteux	Localisation près des habitations (Généralement sur biad)
	Cultures	Blé dur et tendre maïs, fève, lentille petit pois - plus rarement orge pas de jachère	Orge, blé (surtout blé tendre) jachère, petit-pois lentille - rarement fève et maïs	Orge, blés jachère petit-pois plus rarement lentille	Orge "aglass" jachère pâturée
	Successions culturales	Maïs ou lég. / blé	Jachère / orge pp. / blé blé / orge	Jachère / céréales (orge) légumineuses / blés blés / orge	Orge f. / jachère
Zone aride (Beni meskine rehamna, bahira)	Type de sols	Sols à texture sableuse limités à la haute Vallée de l'oued bouchane (sud-ouest du massif des rehamna)	Brun mediter. dégradé et brun isohumique (hassia et biad) .arg. sableux a limoneux .P = 20 cm RU 80 mm .caillouteux	lithosols (harch) .très peu profonds .très caillouteux .très faible R.U.	Près des habitations mais pas de façon au systématique qu'un semi-aride
	Cultures	Céréales orge B.T., B.D. un peu de maïs et de fève - jachère	Orge, blé tendre en proportion plus élevée qu'en chaouia, blé dur, jachère	Orge, jachère	Orge "aglass"
	Successions culturales	- Blés / orge - Maïs ou fève / B.T. - jachère / blé ou orge	Orge / orge jachère / orge ou blé blé / orge	Orge / orge orge / jachère suivant la pluviométrie	Orge / orge

Pour le maïs, semé à partir de février et dans une moindre mesure pour les petits pois et les lentilles installés après les blés, le décalage de leur cycle cultural par raport à la période normale des pluies exige la possibilité d'un report du stock d'eau, ce qui explique la présence de ces cultures sur les sols à bonne réserve utile. Pour une raison similaire on préfère mettre dans ces sols les blés et plus particulièrement le blé dur plutôt que l'orge à cycle court et donc moins exposé au déficit hydrique de printemps.

Dans ces rotations biennales les différents précédents à blé n'on pas la même valeur. Ce sont les précédents les plus travaillés qui s'avèrent être les meilleurs.

Ainsi que le fait remarquer DUFRESSE (1949), on retrouve là l'intérêt de nombreuses façons comme le soulignait déjà IBN EL AWAM, s'inspirant des principes de l'agriculture nabathéenne. Un précédent cultural bien travaillé donnant lieu au moins à quatre façons culturales s'appelle « bernicha ». C'est le cas du maïs, et plus ou moins selon leur mode de culture de la fève et du petit-pois. Mais ce n'est pas le cas de la lentille, plante à petite graine, le plus souvent semée à la volée en Chaouia, et par suite non sarclée. L'intérêt de ces multiples façons provient d'un meilleur contrôle des adventices et d'un ameublissement de surface qui favorise la pénétration en profondeur des premières pluies d'automne et facilite la reprise des terres pour les semailles de céréales. Compte tenu des caractéristiques de ces sols, les plus profonds, et des techniques culturales qu'ils permettent les rendements des blés sont bien supérieurs à ceux obtenus sur les autres types de sols. En année normale ils dépassent généralement 20 qx et peuvent atteindre en bonne année 30 à 35 qx chez les bons agriculteurs. Dans un même douar les rendements de blé dur peuvent varier du simple au double entre un « biad » et un « tirs ».

2.2.2 – Sur « Biad » (sol calci-magnésique du type rendzine ou brun calcaire)

Les terres appelées « biad » portent des orges et des blés associés à de la jachère, des petits pois ou des lentilles rarement à de la fève. En matière de céréales, dans ces sols à faible capacité de stockage d'eau, on préfère plutôt cultiver du blé tendre à cycle court que du blé dur alors que nous avons vu que c'était l'inverse dans les « tirs ».

La rotation d'une jachère pâturée d'un an avec des céréales d'hiver est nettement plus fréquente dans ce type de sols que sur tous les autres. Les raisons de cette particularité ont déjà été évoquées. Dans ces sols relativement légers, la jachère dont la fonction fourragère est ici prépondérante, est considérée comme plus productive. Cette supériorité est essentiellement due à un démarrage plus précoce de la végétation après les premières pluies d'automne. En effet il a été montré (FLORET et PONTANIER 1978) que la précocité de démarrage de la végétation est un facteur déterminant de la biomasse des espèces annuelles.

Quand bien même la production n'en serait pas sensiblement augmentée, l'avantage intrinsèque d'un affouragement plus précoce en vert des animaux après la sécheresse estivale suffirait à justifier la concentration des jachères sur les « biads »

Lorsque blé et orge coexistent sur un même terroir, les successions culturales pratiquées s'expliquent par l'aptitude du précédent cultural à réduire le développement des mauvaises herbes. L'orge tallant plus que les blés résiste mieux à leur concurrence. Aussi derrière les petits pois cultive-t-on de préférence du blé tandis que l'orge vient plus fréquemment derrière la jachère ou en seconde paille derrière le blé (3). Si la jachère est retournée au printemps, pratique comme nous l'avons vu limitée à quelques grandes exploitations mécanisées, elle perd alors son caractère de précédent salissant et peut être associée au blé, céréale que ce type d'exploitation préfère à l'orge.

2.2.3 – Sur « Harch » (sol brun steppique)

Sur ces sols plus pierreux on trouve sensiblement les mêmes cultures que sur « biad » à l'exception des fèves mais leur proportion est différente. Comme ces terres sont moins propices à la mécanisation l'orge dont la culture fait l'objet de moins de façons culturales que les blés y occupe une place plus importante.

2.2.4 – Le système fourrager

Près des habitations, groupées en hameaux, se différencie un système de culture particulier destiné à l'alimentation hivernale du bétail. Il est constitué d'une alternance d'orge entièrement pâturée et de jachère au nord, d'orge en continu plus au sud où l'existence de terrains de parcours rend moins nécessaire cette jachère fourragère.

Dans ce système l'orge est semée précocement et à forte densité (2 à 2,5 qx/ha). On concentre sur ces parcelles le fumier de l'exploitation ce qui contribue à les ensemencer en espèces naturelles et à augmenter la production végétale totale.

2.3 – LES SUCCESSIONS CULTURALES DE LA ZONE ARIDE

Au sud de l'Oum er Rbia, les seules cultures possibles sont les céréales, excepté dans la vallée de l'Oued Bouchane au contact des Rehamna et du plateau des Gantour, à une trentaine de kilomètres à l'Ouest de Benguerir. Là quelques sols plus légers et une moindre aridité permettent de pratiquer des cultures de fève et de maïs.

Des successions assez longues de céréales alternent avec des jachères (PAPY, LELIEVRE 1979). L'orge se succède fréquemment à elle-même, moins souvent le blé dur, jamais le blé tendre. Les alternances blé dur ou blé tendre/orge sont également fréquentes. Dans les sols les moins profonds et les plus caillouteux l'orge est pratiquement la seule céréale cultivée, la mécanisation y étant difficile, le nombre de façons se trouve limité a un seul passage d'araire ou de cover-crop pour recouvrir le semis, ce dont la culture d'orge se satisfait moins mal que celle des blés.

Le système particulier constitué par une culture précoce d'orge fourragère localisée près des maisons se retrouve aussi en zone aride avec cependant une succession plus continue des orges, rarement interrompue par une jachère.

On voit qu'en zone aride les successions de culture sont à la fois moins complexes du fait de la plus faible gamme des cultures possibles et aussi moins systèmatiques. Cette dernière caractéristique s'explique par la grande variabilité du régime des pluies. Si celles-ci sont précoces on ensemencera le maximum de terre en orge puis en blé, si au contraire elles sont tardives on pourra semer moins de blé et la jachère augmentera perturbant l'alternance régulière des orges et des blés.

(3) Un précédent « paille » est appelé « Hçida » (haçada = faucher) il est reputé comme laissant beaucoup de mauvaises herbes. Par contre un précédent correspondant à une culture sarclée ayant laissé un certain propre (sans mauvaises herbes) et ameubli est appelé « bernicha ».

III – LES MODES DE CONDUITE DES CULTURES

La façon dont les cultures sont conduites, en d'autres termes les techniques culturales, constitue un facteur de différenciation des systèmes de culture au même titre que les assolements ou les successions culturales. C'est ce mode de conduite des cultures que nous allons analyser maintenant en priviligiant la culture dominante à savoir les céréales.

3.2 – L'INSTALLATION DES CULTURES

Chronologiquement la première opération intervenant dans l'installation d'une culture est le travail du sol. Mais pour comprendre la pratique des agriculteurs dans ce domaine il est nécessaire au préalable de préciser les modes et conditions des semis car ils interfèrent très directement avec les techniques de travail du sol.

A l'exception des grandes exploitations mécanisées qui commencent à utiliser le semoir, les semis de céréales sont toujours fait à la volée.

En conséquence cette opération sera toujours suivie d'un passage d'outils dont l'objectif premier sera d'enfouir les semences mais qui pourra avoir d'autres rôles : affinement du lit de semence, destruction des mauvaises herbes.

Comme l'usage du rouleau est tout aussi exceptionnel que celui du semoir, les lits de semences ainsi réalisés sont en général « creux » c'est-à-dire présentant une forte porosité qui ne permet pas un bon contact terre-graine. De plus la localisation des graines est hétérogène aussi bien en surface qu'en profondeur. Dans ces conditions le taux de levée est généralement médiocre et se situe entre 30 et 60 % (JOUVE, BERRADA 1979).

3.1.1 – Dates de semis des différentes céréales

En ce qui concerne les dates de semis la première constatation que l'on est amené à faire est qu'il existe un échelonnement des semis suivant les espèces cultivées, le semis de l'orge précédant toujours celui des blés. Par contre la position du semis du blé dur par rapport au blé tendre est variable suivant les régions et les exploitations. En zone semi-aride les sols les plus lourds (Tirs) étant réservés préférentiellement au blé dur celui-ci est généralement semé après le blé tendre.

Cet échelonnement des semis où l'orge précède le blé apparait comme paradoxal quand on sait que le cycle cultural de l'orge est plus court que celui de la plupart des variétés de blé. En effet il ne semble pas logique de semer en second les céréales les plus tardives car ainsi on accroît les risques de déficit hydrique et d'échaudage en fin de cycle. En fait une telle pratique, qui est quasi systématique, dans toute la zone semi-aride et aride, est de l'avis des agriculteurs justifiée par plusieurs raisons dont certaines ont déjà été évoquées :

– Les semis précoces effectués juste après l'arrivée des pluies risquent plus l'envahissement par les mauvaises herbes que les semis plus tardifs. Compte tenu de ce risque les agriculteurs préfèrent implanter en premier la céréale qui résiste le mieux à la concurrence des mauvaises herbes, c'est-à-dire l'orge.

– En semant précocement l'orge on avance la période à partir de laquelle on pourra utiliser cette céréale pour l'alimentation du bétail, soit sous forme de déprimage, soit comme fourrage vert entièrement pâturé. Cette raison donnée aux semis précoces d'orge apparait comme d'autant plus forte que cette utilisation de l'orge en vert intervient pendant une période de soudure du calendrier fourrager : après le pâturage des chaumes et avant la pousse hivernale de l'herbe sur les jachères et les parcours.

– Troisième raison avancée, apparement plus secondaire, c'est l'étalement des moissons. En semant les céréales par ordre de précocité décroissante on étale la moisson et on réduit ainsi les pointes d'emploi. La mécanisation des récoltes risque de faire disparaître en partie cette dernière justification de l'échelonnement des semis.

Dans l'ensemble des zones semi-aride et aride on aura donc l'échelonnement des semis suivant : dès l'arrivée des pluies on commence par semer sur des parcelles proches des habitations l'orge fourragère destinée au déprimage, ensuite on sème les orges grains puis les blés tendres et durs. En zone semi-aride il est rare que les blés soient semés avant le 15 Novembre, même les années à pluviométrie précoce, car on attend la levée des mauvaises herbes avant d'installer la culture.

Par contre, en zone aride les semis d'orge et de blé se font en continu et le plus tôt possible. Ceci ne doit pas être interprété comme une plus faible concurrence des mauvaises herbes en zone aride, bien au contraire vu l'absence dans cette zone de précédents sarclés, mais plutôt comme la reconnaissance que le risque majeur contre lequel il faut d'abord se prémunir est le déficit hydrique en fin de cycle. Ce choix est parfaitement justifié si l'on compare l'intensité de ce déficit entre zone aride et zone semi-aride tel qu'il apparait dans l'analyse des conditions pédoclimatiques de ces zones (cf. Article précédent de PAPY et al. 1981). Mais l'étude des régimes fréquentiels de la pluie en automne montre que les conditions de travail du sol et de levée des céréales sont nettement plus sèches dans les zones arides. La réussite des semis y est donc plus aléatoire d'autant plus qu'on est contraint à semer tôt.

Il est interessant de noter que lorsque les pluies sont tardives, le décalage entre les semis d'orge et de blé en semi-aride a tendance à se réduire. Les blés peuvent alors être installés avant la levée des mauvaises herbes car on se retrouve dans une situation où comme en zone aride la saison des pluies a de forte chance d'être courte.

3.1.2 – Les différentes séquences de travaux du sol

L'organisation générale des semis étant précisée voyons maintenant quels sont les travaux du sols qui leur sont associés. Ces travaux qui visent à la fois à la préparation du sol et au recouvrement de la semence peuvent être analysés sous-forme de séquences. Nous les étudierons en allant des plus simples au plus complexes, c'est-à-dire suivant le degré de mécanisation et la multiplication des façons culturales que cette mécanisation rend possible.

a) Séquence non mécanisée

Dans les exploitations non mécanisées, la séquence de travaux la plus simple est : semis à la volée suivi d'un recouvrement à l'araire ou à la petite charrue. La nature de l'outil de recouvrement dépend essentiellement des conditions de travail du sol : plus les terrains sont caillouteux (Biad, Harch) et plus l'aridité s'accroit, plus fréquente est l'utilisation de l'araire au détriment de la petite charrue.

Cette séquence, la plus simple qui soit, est très courante pour les semis précoces notamment pour l'installation de l'orge fourragère. Elle est assez fréquente en zone aride où la brièveté de la saison pluvieuse pousse les agriculteurs à semer assez rapidement après l'arrivée des pluies, ce qu'ils peuvent faire avec l'orge sans craindre un envahissement de la culture par les mauvaises herbes.

Cette façon très simplifiée d'installer la culture se rencontre aussi en zone semi-aride dans trois types de situations :

– après des précédents « nettoyants » tels que fêve et maïs, ayant laissé un sol bien structuré,.

– dans le cas de pluies tardives réduisant les jours de travaux disponibles pour installer les cultures.

– dans certaines exploitations dont les moyens en traction et en main-d'œuvre sont très limités.

Par contre toujours en zone semi-aride, les blés bénéficient généralement d'une façon préparatoire avant semis.

Semés après l'orge, les blés ne peuvent être implantés précocement après les premières pluies. De ce fait les agriculteurs non mécanisés sont contraints d'attendre le retour des pluies pour installer leur culture. A ce moment là une partie des mauvaises herbes ont déjà levé et un travail préalable du sol est alors nécessaire pour nettoyer la parcelle d'autant plus que le blé est beaucoup plus sensible que l'orge à la concurrence des adventices en début de cycle. Signalons que pour cette destruction des mauvaises herbes la petite charrue est d'une plus grande efficacité que l'araire qui retourne peu le sol.

b) Séquences mécanisées simplifiées

Le recours à la mécanisation pour l'installation des céréales entraine une assez grande diversification des séquences de travaux suivant l'intensité d'utilisation de cette mécanisation.

Dans le cas où il n'y a pas de façon préparatoire avant semis, l'utilisation de la mécanisation ne constitue qu'une simple substitution des outils traditionnels de recouvrement (petite charrue ou araire) par le covercroop (ou pulvérisateur à disque) dont le principal avantage est le gain de temps.

Cette séquence : « semis à la volée – recouvrement au cover-croop », se rencontre dans les mêmes conditions que « semis à la volée – petite

charrue après un bon précédent. Dans le cas de pluies tardives et particulièrement en zone aride cette séquence est la plus fréquemment utilisée.

D'une façon générale ce sont évidemment les grandes exploitations mécanisées ou pouvant facilement louer un tracteur qui pratiquent ce mode de préparation dans les conditions citées précédemment. Cependant on constate que de petites exploitations y ont parfois recours car, dans certains cas, cette solution s'avère moins coûteuse que l'entretien d'un attelage pendant toute une année.

Le deuxième mode d'utilisation simplifiée de la mécanisation pour l'utilisation des céréales consiste à effectuer avant le semis à la volée une façon préparatoire à l'aide du cover-croop, le recouvrement du semis continuant d'être fait par l'araire ou la petite charrue attelée.

Ce travail préalable du sol est généralement justifié par le salissement de la parcelle ou (et) la nécessité d'ameublir le sol. Or on le rencontrera donc assez fréquemment dans le cas des semis tardifs ou après un précédent tel que la jachère ayant laissé un sol tassé peu structuré.

Les raisons données à cette combinaison de la tractation mécanique et de la traction attelée sont de plusieurs types :

– Le recouvrement des semis par le cover-croop serait moins satisfaisant qu'avec la petite charrue notamment lorsque le sol s'est partiellement desséché, l'enfouissement des graines par le cover-croop étant alors trop superficiel.

– Mais une raison plus déterminante semble être la difficulté pour les petits et moyens agriculteurs de louer un tracteur durant la période favorable au semis. Au cours de cette période où la demande est forte, les prix plus élevés, seuls les grands exploitants sont assurés de pouvoir louer un tracteur, les autres sont contraints de recourir à la traction attelée à moins d'accepter de voir leur semis être très retardés. Par contre le travail du sol avant le semis, plus facilement différable, moins strictement lié à une période précise, se prête mieux au travail fait à l'entreprise. Cette formule mixte est assez fréquente pour les semis de blé dans les moyennes exploitations de la zone semi-aride.

c) Séquences mécanisées complèxes

Lorsque les disponibilités en matériel deviennent plus importantes on trouve alors des séquences de travaux entièrement mécanisées et comportant presque toujours une préparation du sol préalable au semis.

Dans ces conditions deux types de séquences peuvent être distingués : – dans le premier type, le seul outil utilisé est le cover-croop. On a alors la séquence : cover-croop – semis à la volée – cover-croop.

La faible efficacité de cet outil pour travailler le sol en condition sèche notamment dans les sols caillouteux et très désséchés de la zone aride fait que celui-ci ne peut être utilisé qu'après l'arrivée des pluies. Le nombre de passages (1 à 3) est fonction du degré de « salissement » du sol par les mauvaises herbes.

Ce type de séquence est celui que l'on trouve pour l'installation des blés dans les moyennes et grandes exploitations ayant des facilités pour louer un tracteur où disposant d'un tracteur avec le cover-croop comme seul outil d'accompagnement.

Le deuxième type de séquence se distingue par une préparation préalable du sol à la charrue à disques ou exceptionnellement à l'aide du chisel suivie d'un recouvrement au cover-croop.

Dans la zone semi-aride ce labour est assez fréquent pour retourner les terres laissées en jachère. En effet le pâturage de ces terres en hiver et au printemps entraîne un tassement du sol qui justifie une repsise en profondeur du sol. Cette nécessité semble si forte que cette pratique se rencontre même dans les exploitations peu ou pas mécanisées.

On trouve également ce type de séquence dans les exploitations mécanisées disposant du matériel adéquat. Sauf exception, les labours à la charrue ne sont cependant guère possibles lorsque le sol est sec, aussi sont-ils effectués, soit au printemps pour retourner les jachères, soit juste après la récolte de la culture précédente, soit en été ou en automne après une pluie.

Le seul outil qui permettrait de travailler le sol en sec, le chisel, n'est pratiquement utilisé que dans le cadre des interventions des Centres de Travaux du Ministère de l'Agriculture.

Lorsque l'on s'interroge sur l'intérêt d'un tel travail profond du sol, préalable au semis plusieurs raisons justifiant ce travail peuvent être invoquées :

– enfouissement de résidus organiques améliorant la fertilité du sol – possibilité de minéralisa-

tion ultérieure de l'azote organique.

– amélioration de la structure permettant une préparation plus rapide des terres à l'automne.

– réduction du ruissellement lors des premières pluies d'automne etc...

Les agriculteurs qui ont adopté cette pratique la justifient surtout par l'augmentation des rendements qu'elle entrainerait. Mais comme ces agriculteurs utilisent conjointement d'autres facteurs de production modernes tels qu'engrais et semences améliorées il est très difficile de faire la part de cette augmentation revenant à l'approfondissement des labours.

En définitive de l'analyse de ces différents modes d'installation des céréales il ressort que :

– L'orge fait généralement l'objet d'une préparation plus sommaire que les blés car elle est semée plus tôt et craint moins la concurrence des mauvaises herbes.

– Le degré de mécanisation, assez directement lié à la taille et aux disponibilités financières des exploitations, est le facteur déterminant dans la différenciation des modes d'installation des céréales. Le recours à la mécanisation offre plusieurs possibilités.

. une plus grande rapidité d'exécution des travaux et donc une installation en moyenne plus précoce des céréales.

. la faculté en cas de pluies tardives de semer en sec

. enfin la possibilité d'améliorer la préparation du sol et notamment l'affinement du lit de semence, condition d'une bonne humectation des graines et d'une levée régulière.

– Quand l'aridité s'accroît, les façons culturales tendent à se simplifier, notamment les labours préalables au semis deviennent exceptionnels. Cette simplification peut s'expliquer par le souci de hâter la mise en place des cultures mais aussi par celui de réduire les frais de culture.

– Dans toutes les séquences inventoriées ci-dessus, on notera que dans aucune n'interviennent le semoir et le rouleau (rouleau lisse ou crosskill). L'absence de ces deux outils dont l'action combinée serait à même d'améliorer dans de nombreuses situations la réussite de la levée est la conséquence d'un équipement en matériel encore assez sommaire et peu diversifié et d'une méconnaissance de leur intérêt pour assurer une meilleure réussite des semis.

3.1.3 – Les doses de semis

Pour en terminer avec l'installation de cultures signalons que la dose de semis varie suivant l'espece et l'intensité de l'aridité dans les fourchettes suivantes :

Culture	Zone semi-aride	aride
orge fourragère	120 – 200 kg/ha	120 – 180
orge grain	80 – 120	80 – 90
blé dur	100 – 150	80 – 100
blé tendre	110 – 160	80 – 120

D'autres facteurs que l'aridité font également varier les doses de semis en particulier la qualité des sols et la date de semis. Les doses sont augmentées dans les sols les plus fertiles (Tirs, Hamri) et quand le semis est tardif afin de compenser un tallage plus faible.

Quant aux doses de semis élevées pratiquées pour les orges fourragères plusieurs raisons peuvent les expliquer :

– mauvaises conditions d'installation de la culture (pas de travail préalable au semis).

– déprimage donc réduction du tallage épi.

– nécessité d'obtenir rapidement un couvert dense pour réduire la concurrence des mauvaises herbes.

– pertes de semence (fourmis, oiseaux, etc...).

3 – 2 – LES FAÇONS D'ENTRETIEN

3 – 2 – 1 – La fertilisation

L'attitude des agriculteurs vis-à-vis de la fertilisation est très différente suivant que l'on se trouve en zone aride ou en zone semi-aride. Dans cette dernière zone la plupart des agriculteurs reconnaissent l'utilité de la fertilisation minérale notamment pour les blés. Les obstacles à son développement se trouvent au niveau de la distribution, pas assez décentralisée et du manque de trésorerie de la grande majorité des agriculteurs.

En zone aride la faiblesse et l'irrégularité des précipitations rendent très aléatoire l'efficacité des engrais notamment des engrais azotés qui, de surcroît peuvent avoir un effet dépressif sur la production en grain en année sèche (EL BAGHATTI 1977).

D'une façon générale et quelle que soit la zone, l'orge ne reçoit pas d'engrais, par contre le fumier

de l'exploitation est souvent répandu sur les parcelles destinées aux organes précoces fourragères.

3 – 2 – 2 – Le désherbage

Il est manuel dans les petites et moyennes exploitations, les produits du désherbage étant utilisés pour l'affouragement du bétail.

Mais le renchérissement de la main-d'œuvre explique l'utilisation de plus en plus fréquente d'herbicides (généralement des anticotylédons du type 2.4.D). Cette utilisation est variable suivant les années et l'importance de l'envahissement des mauvaises herbes. Elle est forte en cas d'arrivée tardive des pluies et de pluies d'hiver abondantes (cas de l'année 75-76). A noter que le salissement des champs par la folle avoine est beaucoup moins important que dans la zone sub-humide. Parmi les mauvaises herbes fréquentes en zones aride et semi-aride on peut citer : Chrysanthénum Coronarium, Sinapis arvensis, Calendula arvensis Raphanus raphanistum, Astragalus baeticus, Vicia biflora, Medicago litoralis.

3.3 – LA RÉCOLTE :

La récolte traditionnellement faite à la faucille suivie du dépiquage par les animaux sur les aires à battre est en voie de régression par suite de l'emploi de plus en plus fréquent de la faucheuse, de la batteuse à poste fixe et surtout de la moissonneuse batteuse. Cette évolution dans les modes de récolte est essentiellement due à la rareté relative de la main d'œuvre durant les moissons et surtout au renchérissement de cette main d'œuvre dont le coût s'est multiplié par 3 depuis 1970 pour atteindre 20 à 25 DH/jour en 1977.

A ce prix, l'emploi de la moissonneuse batteuse d'un coût de 150 à 200 DH/ha est plus avantageux dès lors que la récolte n'est pas trop médiocre.

En effet on constate que dans beaucoup d'exploitations le mode de récolte varie suivant l'importance de la récolte : si celle-ci est très faible on se contente de « cueillir » les épis, si elle est un peu plus élevée, on moissonne à la faucille ; enfin si elle est très bonne on cherchera à utiliser la moissonneuse batteuse.

En ce qui concerne l'orge on constate que même en bonne année la moisson continue généralement de se faire à la faucille. La raison avancée par les agriculteurs est que la récolte à la moissonneuse batteuse diminue l'appétibilité des pailles et occasionne des pertes quand la paille est laissée en vrac sur le champs au lieu d'être bottelée.

3.4 – LES ITINÉRAIRES TECHNIQUES

L'ensemble des opérations culturales auxquelles donnent lieu la conduite des céréales ont été regroupées sous-forme d'itinéraires techniques dans le tableau III. De l'analyse de ce tableau il ressort que la conduite des orges est nettement différenciée de celles des blés.

En effet les orges semées plus tôt, font l'objet d'une préparation du sol plus sommaire, ne reçoivent pratiquement jamais d'engrais minéraux et sont rarement désherbées. Leur caractère de culture mixte à la fois vivrière et fourragère explique en partie ce mode de conduite. On peut cependant se demander s'il ne serait pas souhaitable comme cela a déjà été suggéré (PAPY-LELIEVRE 1979) de dissocier ces deux fonctions. Ceci pourrait s'obtenir en utilisant des variétés différentes pour chacune de ces fonctions, les unes assurant une production de matière sèche maximale, les autres permettant d'obtenir un ratio grain/paille plus élevé. Cette différenciation permettrait d'adopter pour chaque type de culture un mode de conduite moins polyvalent que celui pratiqué actuellement et qui pourrait se révéler plus productif. Seule l'expérimentation permettra de confirmer le bien fondé d'une telle hypothèse. Cependant il ne faut perdre pas de vue que cette polyfonctionnalité actuelle de la culture d'orge constitue une sorte d'assurance contre les aléas d'une pluviométrie particulièrement irrégulière. Aussi devra-t-on s'orienter vers la recherche de variétés complémentaires destinées à être cultivées conjointement.

Si cette spécialisation de l'orge par les variétés s'averait impossible, il ne faut pas perdre de vue qu'elle peut être obtenue par le choix des terrains, les plus profonds pouvant être reservés à la production de grain, les autres à celle de paille.

Même si la conduite des blés est plus soignée elle demeure dans bien des situations encore très frustre : les préparés du sol sont souvent sommaires, la fertilisation peu abondante et le contrôle des mauvaises herbes pas toujours efficace. Ce qu'il faut noter c'est qu'à l'influence de l'aridité qui tend à diminuer les façons culturales se

TABLEAU 3

Itinéraires techniques les plus fréquents pour la culture des céréales en zone semi-aride

	Conditions de culture				Itinéraires techniques					
Culture	Zone	Exploi-tation	Régime des pluies	Précédent	Séquence d'installation	Semis dose Kg/ha	Semis Période	Fertilisation	Desherbage	Récolte
Orge fourragère	SA A	V	V	Orge A Jachère	0 SV pch / A "	100-120 120-130	Période (octobre)	Fumier "	0 "	En partie u totalité pâture
Orge grain	SA A	E_1 E_2 E_3 V	N " V	Blé " Blé	Ptch/A – SV– Pch/A cc – SV–cc o – SV–pch/A/cc	80-120 " 80-90	Précoce (oct. nov) " "	0 " 0	0 " 0	Déprimage et récolte à la Faucille.
Blé dur et Blé tendre	S. A	E_1 " " E_2 " " E_3 "	N " T N " T V "	Bernicha Hassida Bernicha Hassida Bernicha Hassida (jachère)	o– SV–pch/A pch/A– SV–pch/A O–SV–pch/A o – SV– pch/cc cc– SV–pch/cc(H) O– SV–cc (H) cc–SV–cc ch 3d/SP–cc–SV–cc(H) (printemps-été)	100-150 " 120-150 120-150 " 150 150-200 " 200	Saison (nov) tardif (dec.) idem Saison (nov)	O/engrais " " engrais 1à 1,5q (14-28-14) " engrais 1,5à 2qx	manuel " " herbicide (2-4-D) " idem	Faucille " " Faucille ou moissonneuse batteuse suivant la récolte Moisson-bat.
	A	E_1 E_2 E_3	N T N V	Hassida " Hassida Hassida	A–SV–A O–SV–A A/cc–SV–A/cc O–SV–cc ch. 3D/chi–SV–cc(H)	80-120 " 80-120 100-120	Oct. Nov. Ch.–janv. idem nov.	O " O " O/engrais	Manuel " man/Heb. Herbicide	Faucille " Faucille/ mois.bat. Moisson.batt

Zone S.A. : semi-aride *A : aride*

Exploitation *E1 : exploitation utilisant la traction attelée*
E2 : Traction attelée + traction mécanique louée
E3 : traction mécanique possédée

Régime des pluies N Normal avec 1° pluies en octobre
T tarif avec 1° pluies en décembre

Précédent Bernicha : Légumineusess à graine, maïs ou jachère travaillée
Hassida : céréale ou jachère pâturée
: quelconque

Séquence technique PTCH: petite charrue attelée A : araire
CH 30 : charrue 3 disques, SP : stubble plow, chi : chisel
CC : cover-croop. H : herse
SV : semis à la volée

ex : 0 – SV – PCH/CC(H) =
pas de préparation préalable au semis – celui-ci est fait à la volée – recouvrement à l'aide de la petite charrue attelée cas le plus fréquent ou du cover-croop – passage non systématique d'une herse.

surajoute l'action d'autres facteurs dont le rôle dans la différenciation des itinéraires techniques est tout aussi déterminant; ce sont en particulier le degré de mécanisation et la nature du précédent qui est en étroite relation avec le type de sol.

Si on se limite à la seule influence de l'aridité, on note qu'au fur et à mesure que celle-ci s'accroit, on a tendance à privilégier une installation précoce des cultures.

Comme nous l'avons déjà souligné dans la première partie de cet article, le régime des pluies et le déficit hydrique qui en résulte justifie cette option. Aussi les améliorations techniques à apporter à ce mode de conduite doivent-elles viser à en atténuer les inconvénients qui sont, une préparation sommaire des lits de semences entrainant des levées médiocres souvent échelonnées, et un contrôle insuffisant des mauvaises herbes.

CONCLUSION

Au terme de cette analyse dont l'ambition se limitait à souligner les caractères originaux de l'aridité des plaines occidentales du Maroc et à décrire les systèmes de culture que les agriculteurs de ces régions ont adoptés pour concilier tout à la fois leurs objectifs de production, les contraintes imposées par la nature et les ressources de leur technologie, nous voudrions dégager quelques éléments de reflexion sur l'évolution de ces systèmes et les recherches à entreprendre pour les améliorer.

Nous ne reviendrons pas sur le caractère particulier de l'aridité et de l'économie des zones étudiées qui rend inopérant, sinon néfaste, un simple transfert de technologie en provenance de pays aux conditions climatiques différentes.

Par contre il nous semble utile de rappeler que l'accroissement de l'aridité suivant un gradient approximativement nord-sud ne se marque pas seulement par une accentuation du déficit hydrique, accusé par la diminution de la réserve en eau des sols, mais aussi par une augmentation de la variabilité de la pluviométrie.

Dès lors les pratiques agricoles ne doivent pas seulement viser à valoriser au mieux les ressources en eaux annuelles mais aussi à tamponner les variations de production interannuelles. Dans les zones arides, les agriculteurs ont depuis longtemps adopté des pratiques qui concourent à cet objectif (PASCON 1980). Parmi ces pratiques on peut signaler la culture d'orge pour sa paille autant que pour son grain, l'un comme l'autre pouvant être stocké pour assurer l'alimentation des hommes et des animaux en période de disette.

L'élevage ovin lui-même, activité dominante de ces zones peut être considéré au sens large comme une pratique contre-aléatoire dans la mesure où par la transhumance et la variation des effectifs on peut partiellement s'adapter à des ressources fourragères variables, non seulement d'une saison à l'autre, mais aussi d'une année à l'autre.

Cependant il faut reconnaitre que ces pratiques contre-aléatoires ont tendance à s'affaiblir. La monétarisation des échanges a fait régresser le stockage des récoltes dans les exploitations, l'augmentation de la population a entrainé une extension des cultures de céréales au détriment des parcours et, par là, diminué les possibilités de transhumance.

Face à cette évolution quasi-irreversible, il apparait indispensable d'orienter les systèmes de culture en zone aride vers la production de ressources fourragères stockables. Ceci renforce l'orientation suggérée plus haut d'une culture de céréales produisant de façon séparée du grain pour les hommes, du fourrage pour les animaux. La confusion actuelle de ces fonctions n'étant qu'un pis-aller.

En zone semi-aride les potentialités de l'agriculture sont nettement meilleures au point que sur les sols les plus fertiles (tirs) c'est l'élevage qui devient l'activité résiduelle, n'ayant comme but que de valoriser certains produits ou sous produits de culture. Mais faute de moyens plus que de savoir, la majeure partie des exploitations ne mettent à profit que très partiellement les potentialités de ces zones, ainsi la marge de progrès des rendements céréaliers estimés à partir des performances des meilleures exploitations, est de l'ordre de 10 qx soit autant que la moyenne actuelle des rendements.

La mécanisation apparaît comme le facteur décisif de transformation des pratiques agricoles bien que son impact soit impossible à dissocier de celui de l'utilisation généralement conjointe des engrais, herbicides et semences sélectionnées. Par ailleurs, contrairement à ce que voudraient faire croire les tenants de la mécanisation, la relation entre ce facteur et le rendement n'est pas directe ; elle passe par la transformation de certaines conditions de culture (vitesse d'installation des cultures, modification du travail du sol etc...) dont les effets agronomiques sont complexes et jamais univoques.

Malgré cela, la mécanisation apparaît globalement, comme un facteur d'amélioration de la productivité de la terre du fait, entre autre, de son caractère de moyen contre-aléatoire qui se manifeste par la possibilité de travailler le sol en sec, ce que ne peut faire l'attelage, de semer plus tôt et plus vite, éventuellement avant les pluies quand celles-ci sont tardives.

L'évolution que l'on observe dans les zones semi-arides et arides concernant l'emploi des machines a été particulièrement nette au cours

de la dernière decennie. L'étude faite par ZAGDOUNI (1980) sur la mécanisation dans ces zones montre qu'en 10 ans, de 1969 à 1978 le nombre des tracteurs a plus que doublé passant dans la province de Settat de 896 unités à 2082, tandis que le matériel d'accompagnement et les moissonneuses-batteuses ont été multipliés par 3. Cette évolution n'est pas sans conséquences sur les systèmes de culture. Sans parler de la modification des techniques que cela entraine, certaines caractéristiques plus structurelles de ces systèmes s'en rouvent modifiées. C'est ainsi que nous avons noté que dans un certain nombre d'exploitations on adapte les assolements et rotations à la mécanisation faute de pouvoir faire l'inverse. Ceci se traduit notamment par l'abandon ou la régression des cultures sarclées (légumineuses, maïs) au profit de la jachère travaillée. On revient ainsi à un système blé/jachère fortement valorisé du temps de la colonisation mais dont l'intérêt agronomique aussi bien qu'économique nous paraît dans les zones semi-arides du Maroc occidental, inférieur à l'association.

Enfin on ne peut dissocier l'effet de la mécanisation sur le productivité de la terre de celui relatif à l'amélioration de la productivité du travail. Ce dernier est générateur de transformations profondes des rapports sociaux (comme l'a clairement montré L. ZAGDOUNI) qui vont à leur tour peser sur l'évolution des systèmes de culture de ces régions. En définitive l'image que nous avons donné de ces systèmes correspond à une période de transition où les pratiques traditionnelles, souvent très élaborées, sont en voie de devenir caduques du fait de l'accroissement démographique et des transformation des systèmes de production induits notamment par la mécanisation, d'où l'impérieuse nécessité de conforter les recherches faites jusqu'ici pour construire de nouveaux systèmes de culture et d'élevage répondant mieux aux nécessités de l'époque.

BIBLIOGRAPHIE

BONNENFANT C. (1975): Cultures maraîchères et industrielles épices et légumineuses. Atlas du Maroc, n° 39c.

DUFRESSE M. (1949) : Considérations sur l'arido-culture au Maroc, Cah. Rech. Agron. Rabat n° 2 pp. 13-126.

FLORET C. et PONTANIER R. (1978) : Relations climat – sol – végétation dans quelques formations végétales spontanées du sud tunisien (production végétale et bilan hydrique des sols) Minist. Agr. Tunis. – PNUD Projet TUN 69 Doc. Technique n°.

IONESCO T. (1965) : Considération bioclimatiques et phyto-écologiques sur les zones arides du Maroc – Cah. Rech. Agron. Rabat n° 19 pp. 1-69.

JOUVE A.M. (1979) : Les structures agraires dans la Haute-Chaouia et les Rehamna – Le maroc Agricole n° 119 pp. 9-13.

JOUVE Ph. (1979) : Etude des systèmes de culture en Haute-Chaouia (Ronéoté – Dep. Agro. IAV Hassan II).

JOUVE Ph. (1978) : Les voies d'amélioration des rendements céréaliers en zone semi-aride (Doc. ronéoté. IAV Hassan II).

JOUVE Ph. – BERRADA : Résultat d'expérimentation en arido-culture Maroc Agricole n° 13 – Mars 1979.

MENARD A. et TROIN JF (1968) : Cultures céréalières – planche 39 a Atlas du Maroc – Carte et notice. Com. nat. de géogr. du Maroc.

PAPY F. LELIÈVRE F. (1979) : Les pratiques de céréaliculture dans une région aride de type méditerranéen : la plaine de Benguérir – Revue de Géographie du Maroc n° 3.

PAPY F. (1979) : Analyse du comportement des cultures de blé dur et d'orge dans différentes régions céréalières du Maroc à travers leur réaction aux variation interannuelles des régimes pluviométriques (Ac. Agr. de France 31.1 : 231-247).

PAPY F. JOUVE Ph. OUSSIBLE M. (1981) : « Les contraintes pédoclimatiques à l'exploitation agricole des zones semi-aride et aride du Maroc occidental » (RGM n° 5, Nouvelle Série).

PASCON P. (1980) : « Etude du comportement technique et des décisions socio-économiques des chefs d'exploitation en situation aléatoire » Doc. Ronéo 9p.
Communication au colloque sur la recherche agronomique du 21 Janvier 1980.

PERRIN DE PRICHAMBAUT (1959) : Agriculture en sone aride et indice climatique proposition pour une délimitation de la zone aride – Notes Maroc. Rabat n° 12 pp. 33-40.

ZAGDOUNI I. (1980) : « La mécanisation agricole en zone bour 3 cas de la Haute-Chaouia ». 465 p. mémoire de 3e Cycle – Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.

Résumé

Après avoir rappelé les conditions pédoclimatiques des zones semi-aride et aride du Maroc occidental qui ont fait l'objet d'un article précédent les auteurs décrivent les différentes caractéristiques des systèmes de culture de ces zones et en particulier :

– La nature des cultures pratiquées ; leurs limites écologiques, leurs fonctions dans les exploitations.

– Les successions de cultures analysées en fonction de l'intensité de l'aridité et de la nature des sols.

– Les modes de conduite des céréales, cultures dominantes dans les zones arides et semi-arides, en mettant l'accent sur l'influence de la mécanisation dans la diversification des itinéraires techniques. En conclusion sont esquissées les voies d'évolution et les possibilités d'amélioration de ces systèmes de culture.

Summary

This study recalls brefly the pedoclimatic conditions in semi-arid and arid zones in western Morocco that were the core of a preceeding article.

The authors now describe the different characteristics of the cropping systems in these zones and particulary :

– The very nature of the crops : their ecological limitation ; theis functions in the exploitation.

– The process of successive cultivation analysed as a function of the intensity of aridity and soil types.

– The way cereals are treated, there being dominant in arid and semi-arid zones ; emphasis will be put on the effet of mechanisation in the diversification of technical itineraries.

As a conclusion, the authors have reviewed briefly the possible evolution and the possibility of improving these cropping systems.

Resumen

Los sistemas de cultivo de las zonas semi-árida y árida del Marruecos occidental.

Después de haber recordado las condiciones edafoclimáticas de las zonas semi-árida y árida del Marruecos occidental que ya ha sido objeto de un artículo precedente, los autores describen las diferentes características de los sistemas de cultivo de estas zonas y en particular :

– La naturaleza de los cultivos practicados ; sus límites ecológicos, sus funciones en la explotación.

– Las sucesiones de cultivos analizados en función de la intensidad de la aridez y la naturaleza de los suelos.

– Los modos de conducta de los cereales, cultivos dominantes en las zonas áridas y semi-áridas destacando la influencia de la mecanización en la diversificación de los itinerarios técnicos.

En conclusión son esbozadas las vías de evolución y las posibilidades de mejorar estos sistemas de cultivo.

ملخص

الأنظمة الزراعية في المناطق الشبه الجافة والجافة

يقوم هذا المقال في البداية بالتذكير بالظروف التربمناخية للمجالات الشبه الجافة والجافة في المغرب الغربي (والتي كانت موضوع عرض سابق). ثم يتناول بالدراسة المميزات المختلفة للأنظمة الزراعية الموجودة بها. وبالأخص منها :

- نوعية المزروعات المتبعة. وحدودها البيئية. ثم وظائفها داخل الحيازات.
- التعاقب الزمني لهذه المزروعات. مع مراعاة علاقاتها بحدة الجفاف وطبيعة التربة.
- أساليب زراعة الحبوب. باعتبارها هي السائدة في المجالات الجافة والشبه الجافة. وقد وجهت عناية خاصة لتأثير المكننة على تنوع الخطط التقنية المتبعة.

وفي الأخير. تم إبراز سبل تطور هاته الأنظمة الزراعية وإمكانيات تحسينها.

16

Résultats d'expérimentations en aridoculture.

JOUVE P., BERRADA A.

RESULTAT D'EXPERIMENTATION EN ARIDOCULTURE

par Philippe JOUVE *
et Abdelffettah BERRADA **

I. INTRODUCTION

Près de la moitié des superficies cultivées en céréales sont au Maroc, localisées en zones semi-aride et aride. Elles assurent en moyenne un peu plus de 40 % de la production nationale. La recherche de l'autosuffisance du pays en matière de céréale passe donc nécessairement par une augmentation de la producton de ces zones, augmentation en grande partie conditionnée par une amélioration des techniques de culture. Mais les caractéristiques pédo-climatiques relativement originales des zones aride et semi-aride marocaines et plus généralement méditerranéennes rendent illusoire voire néfaste la simple transposition de technique de « dry-farming » ayant fait leur preuve sous d'autres climats.

Par ailleurs l'interaction existant entre les techniques culturales suppose que l'on ne cherche pas à améliorer les techniques prises séparément mais l'ensemble du mode de conduite de la culture.

C'est en partant de ces constatations qu'un programme d'expérimentation pluriannuel visant à tester différentes combinaisons de techniques culturales ou « itinéraires techniques » a été entrepris par le Bureau d'Aridoculture de la D.M.V. en collaboration avec le Département d'Agronomie de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Ce sont les résultats de cette expérimentation pour la campagne 1976-77 que nous allons présenter succintement ici afin d'en faire ressortir les principales conclusions pratiques (1).

(*) Département d'Agronomie - Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.
(**) Bureau d'Aridoculture - Direction de la Mise en Valeur Agricole (D.M.V.).
(1) Une présentation plus détaillée de cette expérimentation peut être trouvée dans le Document « Expérimentation d'itinéraires techniques pour la culture d'orge en zones semi-aride et aride » par Ph. Jouve et A. Berrada, Doc. ronéoté, Déprt. d'Agron., I.A.V. Hassan II, février 1978.

II. PRESENTATION DES ESSAIS

Au cours de cette campagne, 12 essais ont été installés dans 8 centres de travaux représentatifs des zones semi-aride et aride. Ces essais ont porté sur la culture d'orge, céréale la plus cultivée dans ces zones. Ils visaient à comparer des « itinéraires techniques » combinant 5 facteurs de variation : la profondeur de travail du sol, la date de dose et le mode de semis, la fertilisation azotée.

Chacun de ces facteurs correspondait à une question que nous étions posés concernant les améliorations possibles des techniques en zones semi-aride et aride. Ces questions peuvent se formuler de la façon suivante :

1. Etant donné les nombreux avantages attribués dans les techniques de dry-farming » au travail du sol par un scarificateur ou chisel est-il bénéfique dans les conditions marocaines de faire précéder la mise en place de la culture par un passage croisé de chisel.
2. En avançant la date de semis de façon à améliorer la superposition du cycle cultural avec la période pluvieuse ne peut-on pas diminuer l'importance du déficit hydrique intervenant habituellement en fin de cycle qui peut certaines années entraîner un rendement nul ? Quels sont les effets annexes, favorables ou défavorables d'une tel décalage de cycle ?
3. Le pourcentage de levée des céréales semées volée surtout en conditions hydriques limitantes est généralement faible et souvent inférieur à 50 %. Quelle est l'amélioration de ce % de levée que l'on peut espérer par l'utilisation du semoir combiné, outil qui réalise en un seul passage le placement de la graine de localisation à proximité des engrais de fond et le tassement du sol au niveau de la ligne de semis ?

4. En zone semi-aride ou aride, un équilibre optimum est à rechercher entre le peuplement végétal et les disponibilités en eau. Quelle est la dose de semis qui permet d'assurer au mieux cet équilibre ?

5. L'azote a en zones semi-aride et aride une efficacité très variable. Certaines années la fertilisation azotée en favorisant le développement végétatif de la culture au détriment de la formation des grains peut avoir un effet négatif sur le rendement. Comment varie cette efficacité en fonction de la modification des autres techniques de culture (date et dose de semis, travail du sol).

Le protocole adopté pour les essais a été défini de façon telle qu'en comparant les itinéraires techniques deux à deux on puisse isoler l'action de chacun des facteurs de variation.

SCHEMA PROTOCOLE

ITINERAIRES TECHNIQUES	Facteurs de variation					Dénomination des itinéraires techniques
	Période de semis	Travail profond	Mode de semis	Dose de semis en kg/ha	Dose d'azote kg/ha	
	Semis précoce	0	Semis à la volée (S.V.) recouvert au cover croop (cc)	80	8/43	P1a n/N
			Semoir combiné (S.C.)	80	8/43	P2a n/N
		Chisel	S.V. - cc	80	8/43	P3a n/N
			S.C.	50	8/43	Pna n/N
				80	8/43	P5a n/N
	Semis tardif	0	SV - CC	80	8/43	P1b n/N
			S.C.	80	8/43	P2b n/N
		Chisel	SV - CC	80	8/43	P3b n/N
			S.C.	50	8/43	P4b n/N
				80	8/43	P5b n/N

III. RESULTATS

Les essais entrepris visaient essentiellement à expérimenter des techniques culturales combinées en « itinéraires techniques » cohérents. Mais la répartition de ces essais sur une vaste zone à l'intérieur de laquelle la pluviométrie a fortement varié (de 115 mm à 405 mm) a permis dans un premier temps d'analyser l'effet de l'aridité sur

la production d'orge, ce qui aurait nécessité dans le cas d'une seule station d'essai la reconduction sur plusieurs années du même protocole.

C'est ainsi que l'on a pu noter une diminution progresisve de la production cumulée de paille et de grain au fur et à mesure de la diminution de la pluviométrie.

Par contre bien que le déficit hydrique soit apparu comme la cause essentielle de variation des rendements (0 à 26 qx/ha) on n'a pu mettre en évidence de relation nette entre rendement - grain et pluviométrie. Ceci s'explique en partie par le fait que d'autres facteurs ont contribué à l'accentuation du déficit hydrique subi par la culture. Ce sont la position du cycle cultural et le salissement des parcelles par les mauvais herbes. L'action de ces deux facteurs a été cumulative dans certains essais, les semis tardifs ayant été ceux où les mauvaises herbes ont été le moins bien contrôlées.

La diminution du rendement-grain qui a résulté du déficit hydrique intervenu en fin du cycle a été plus que proportionnelle à la diminution de la production globale (paille + grain). Avec l'accentuation de l'aridité on a noté un accroissement du rapport paille/grain traduisant un déséquilibre entre la production végétale du début de cycle et la production des organes reproducteurs. A partir d'une certaine intensité de ce déficit l'épiaison n'a pas eu lieu et la production de grain a été nulle.

En ce qui concerne la comparaison des « itinéraires techniques » les principales conclusions que l'on peut tirer des essais sont les suivantes :

Aucun itinéraire technique ne s'est avéré systématiquement supérieur aux autres, ce qui révèle l'existence d'interactions entre les techniques et le milieu (sol et climat). Il n'est donc pas possible au vu des résultats de cette campagne de définir un itinéraire standard pour toutes les situations pédo-climatiques représentées par les essais. Il est même probable que cet idéal d'un itinéraire passe-partout ne puisse être jamais atteint tant sont grandes les variations de climat et de sol au sein même des zones semi-aride et aride marocaines.

Par contre l'analyse séparée de l'action des différentes techniques combinées dans les itinéraires a fait apparaître les faits suivants :

a) La date de semis a eu un effet déterminant sur le rendement. Les semis précoces ont donné en moyenne 9,1 qx/ha contre 5,9 qx/ha pour les semis tardifs et dans les zones les plus arides cycle cultural avec la période des pluies ils ont permis d'atténuer le déficit hydrique intervenu en fin du cycle, les pluies ayant pratiquement cessé après le 15 février. L'hypothèse que nous avions formulé au départ relative à la supériorité des semis précoces s'est ainsi trouvée vérifiée.

b) Le passage croisé du « chisel » n'a permis d'ameublir le sol que sur une profondeur de 15 à 16 cm.

Ce travail du sol par le chisel a eu comme principal avantage de favoriser l'action ultérieur des outils de reprise (cover-croop), ce qui a permis une destruction plus efficace des mauvaises herbes, un affinement du lit de semence et un approfondissement des semis dans les itinéraires où le chisel a été combiné au cover-croop.

A l'inverse le chisel utilisé comme seul outil de travail du sol, associé au semoir combiné a eu un effet défavorable sur le rendement par suite de son inefficacité dans la lutte contre les mauvaises herbes particulièrement en semis tardif.

L'association chisel cover-croop s'est donc révélée supérieure alors que pour beaucoup elle est considérée comme une hérésie. Mais cette opinion est fondée sur une mauvaise appréciation du rôle du chisel dans les conditions de la zone semi-aride marocaine : L'économie d'eau que permettrait l'utilisation du chisel par rapport à un outil retournant le sol (charrue) est illusoire lors-

que le chisel est utilisé en sec alors que le taux d'humidité du sol est très bas (4 à 6 %).

En fait l'avantage essentiel du chisel par rapport aux charrues à disques où à socs est de permettre de travailler les sols à l'état sec même s'ils sont caillouteux.

c) La comparaison du mode de semis traditionnel (semis à la volée, recouvrement au cover-croop) avec l'utilisation du semoir combiné associé, soit au cover-croop, soit au chisel a permis de mettre en évidence la supériorité du semoir-combiné lorsque la germination et la levée s'effectuent en conditions sèches. Danc ces conditions, l'intervention préalable du chisel renforce la supériorité du semoir-combiné. Par contre, lorsque l'humidité du lit de semence est satisfaisante (semis juste après ou avant une pluie) le mode de semis traditionnel est pratiquement aussi efficace.

d) La variation de dose de semis de 50 à 80 kg n'a pas entraîné de différence sensible de rendement par suite de l'aptitude particulièrement élevée de l'orge de compenser un peuplement pieds faible par un tallage herbacé puis un tallage épis plus élevés.

Cependant pour que cette compensation puisse jouer il faut que l'alimentation hydrique et azotée soit bonne lors du tallage.

e) Enfin l'augmentation de l'azote a entraîné une augmentation de la production de paille sans pour autant diminuer la production de grain comme on aurait pu le craindre.

IV. CONCLUSIONS

Quels enseignements tirer de ces essais pour orienter dès à présent la pratique des agriculteurs et les interventions des services techniques ? Tout d'abord ils confirment qu'en zones semi-aride et aride l'augmentation des rendements passe par une meilleure utilisation de l'eau disponible et que pour cela, dans les conditions marocaines deux objectifs techniques sont à rechercher prioritairement :

1. Faire coïncider au mieux le cycle cultural et la période des pluies.
2. Lutter contre les mauvaises herbes afin de limiter leur concurrence vis-à-vis de l'eau.

Le moyen de faire coïncider le cycle cultural et la période pluvieuse est de mener précocement, soit dès les premières pluies soit en sec avant les pluies.

La réalisation de cet objectif sur le maximum de surface possible suppose forcément la substitution de la traction mécanique à la traction attelée. Le décalage des semis en zone aride est d'ailleurs plus souvent la conséquence d'une faible efficience des attelages que d'un choix délibéré des agriculteurs.

En outre, seule la traction mécanique permet de réaliser au besoin (notamment quand les pluies sont tardives), un semis en sec. L'outil le plus adapté pour préparer le sol en vue de ce type de semis est, nous l'avons vu, le chisel.

Cependant en faisant cette option de semis précoce, il faut pouvoir palier les inconvénients inhérents à ce type de semis à savoir :

— La non destruction des mauvaises herbes par le travail du sol réalisé trop précocement ou avec des outils (le chisel) inadaptés à cet effet ;

— les risques de sécheresse post-semis.

La lutte contre les mauvaises herbes en semis précoce ne pouvant se faire par le travail du sol, il faut donc avoir recours nécessairement aux herbicides. Leur rôle est capital pour la réussite d'une telle stratégie basée sur un avancement du cycle cultural notamment pour les blés qui tallant moins que l'orge sont plus vulnérables aux mauvaises herbes.

Quant aux risques de sécheresse post-semis il ne faut pas les surestimer. Dans la plupart des cas ils n'entraînent qu'un retard de croissance et au pire un resemis.

Un semis profond (4 à 6 cm) dans un lit de semence fin et tassé assurant une levée homogène permet de réduire les conséquences d'une sécheresse post-semis. De telles conditions de levée ne peuvent être obtenues par les modes de semis traditionnels, il faut recourir au semoir en ligne éventuellement suivi par un roulage, solution plus économique et plus réaliste que l'utilisation du semoir-combiné.

Autre avantage du semoir c'est de permettre l'homogénéisation des rythmes de travaux de préparation du sol et de semis, ce qui n'est pas le cas avec le semis à la volée suivi d'un recouvrement au cover-croop. Ceci explique d'ailleurs dans bien des cas l'usage de l'araire ou de la charrue attelée pour recouvrir les semis fait à la volée.

Enfin cette nouvelle stratégie de culture des céréales suppose que l'on connaisse les risques phytosanitaires qui lui sont liés et que l'on puisse s'en prémunir. Ces risques ne sont pas négligeables.

Au semis sont à craindre les attaques de mouche de Hesse (Cécydomyie) de vers blancs (Rhizotrogus) de maladies telle que l'héminthosporiose de l'orge etc..., à la récolte les attaques de moineaux toujours plus graves sur semis précoces.

On voit donc que l'amélioration de la conduite des céréales en zone aride nécessite la mise au point d'un ensemble de techniques cohérent par rapport aux objectifs recherchés d'où l'absolue nécessité de continuer une recherche portant sur des « itinéraires techniques » et non sur des techniques testées isolément.

C'est ainsi que les interventions actuelles des services techniques basées essentiellement sur le chisel en matière d'amélioration culturale peuvent être de peu d'efficacité si on ne se préoccupe pas en même temps du contrôle des mauvais herbes qui n'est pas assuré par cet outil.

Cette expérimentation d'aridoculture a été poursuivie en 1978-79 et étendue à la culture du blé-tendre. Les résultats de cette nouvelle campagne qui sont en cours de publication confirment les principales conclusions présentées précédemment et en particulier la nouvelle stratégie de culture proposée pour les zones semi-arides et arides marocaines basée sur un avancement du cycle cultural (1).

---

(1) Pour plus d'informations à ce sujet on pourra consulter l'article « Les voies d'amélioration des rendements céréaliers en zones semi-aride et aride » par Ph. Jouve: Revue « Hommes, Terre Eaux », vol. 9 n° 29.

17

Analyse des modes de conduite des céréales et voies d'amélioration des rendements.

Philippe JOUVE

LES VOIES D'AMELIORATION DES RENDEMENTS CEREALIERS EN ZONES SEMI-ARIDE ET ARIDE (1)

Philippe JOUVE'

RESUME

La réduction du déficit céréalier du pays implique qu'un effort soit fait dans les zones arides et semi-arides (pluviométrie annuelle moyenne inférieure à 400 mm-). Les premiers résultats d'essais ou d'enquêtes permettent d'analyser les techniques partiquées et de proposer une nouvelle stratégie : le premier objectif consiste à avancer les dates de semis ce qui n'est possible que si conjointement on peut contrôler les mauvaises herbes par un desherbage chimique.

Mais cette stratégie implique une augmentation de la mécanisation qu'il serait souhaitable de développer dans le cadre de coopératives de service.

La prise de conscience de l'exiguité relative des terres cultivables au Maroc (elles ne représentent que 13 % de la superficie du pays) est relativement récente. La forte augmentation de la population qui a doublé en près de 20 ans, est en partie à l'origine de cette prise de conscience car elle a sensiblement modifié la balance entre la population agricole nationale et l'offre alimentaire qui est actuellement déficitaire pour les principales denrées de base. Cette situation a eu comme effet de modifier profondément les orientations de la politique agricole du pays en donnant la priorité au développement des cultures de première nécessité en particulier les céréales panifiables.

Dans cette perspective les études faites en vue d'étudier les possibilités d'augmentation de la production céréalière ont mis en évidence, entre autres choses, les faits suivants (2) :

— plus de la moitié (53 %) des céréales sont cultivées en zones aride et semi-aride, c'est à dire grosso-modo en dessous de 400 mm de pluviométrie annuelle et la production de ces zones représente en moyenne 45 % de la production nationale.

— les possibilités d'augmentation des rendements dans ces zones ne sont pas négligeables. En retenant comme niveau potentiel celui correspondant aux rendements obtenus par les meilleurs agriculteurs on constate que la production céréalière peut croître de 46 % et passer en moyenne de 19 à 28 millions de quintaux par an.

On voit donc que la recherche d'une réduction du déficit céréalier du pays ne peut se faire sans mettre à profit les potentialités du vaste domaine de production céréalière situé en zones semi-aride et aride.

La démarche adoptée pour révéler les potentialités céréalières et les perspectives encourageantes obtenues pour les zones semi-aride et aride supposent, si l'on veut que

X - Département d'Agronomie - Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.
(1) - Un texte plus détaillé est disponible au Département d'Agronomie
(2) - cf. tude du potentiel céréalier DMV 1978 et exposé de M. MOULINE

ces potentialités se concrétisent, qu'on inventorie les techniques de culture des céréales dans ces zones et que l'on puisse mettre en évidence celles qui se sont avérées les plus efficientes.

C'est dans ce but que le Département d'Agronomie de l'IAV Hassan II et le Bureau d'Aridoculture de la Direction de la Mise en Valeur Agricole (DMV) ont effectué une enquête sur le mode de conduite des céréales en zones semi-aride et aride et ont entrepris depuis 1975 un programme d'expérimentation en vue de déterminer les techniques de culture des céréales les plus adaptées à ces zones. L'exposé des résultats de cette enquête et de ces expérimentations qui se poursuivent actuellement serait trop long pour être présenté ici (1). Nous nous contenterons de faire ressortir les points sur lesquels doivent porter les améliorations techniques et d'en déduire une nouvelle stratégie de culture des céréales en zones semi-aride et aride.

Ce qui ressort avec le plus de netteté à la fois de l'expérience des agriculteurs et des résultats des expérimentations c'est l'importance capitale du placement du cycle cultural par rapport aux précipitations. D'une façon générale les semis-prococes donnent de meilleurs rendements que les semis tardifs Certaines années (1975, 1977) ces derniers peuvent même aboutir à des rendements nuls.

On comprend aisément que compte tenu de la brièveté de la saison pluvieuse et de la fréquence élevée des sécheresses de printemps il soit avantageux de faire coïncider le cycle cultural avec la période pluvieuse. On limite ainsi le déficit hydrique en fin de cycle qui peut compromettre la formation des épis, on réduit les pertes par évaporation directe du sol en début de période pluvieuse enfin on diminue les risques d'échaudage dus au « chergui » qui sont d'autant plus élevés que le cycle cultural est tardif.

Une question se pose alors, si les semis précoces sont si bénéfiques pour les rendements pourquoi sont-ils si peu pratiqués par les agriculteurs ? Pourquoi voit-on des céréales semées plus de deux mois après le début des pluies ?

Deux causes essentielles expliquent ce retard des semis. D'une part la faible efficience des attelages et le nombre limité de tracteurs entraînant un étalement des semis sur 1 à 2 mois, d'autre part le soucis des agriculteurs de détruire les mauvaises herbes avant l'installation des blés, les amène à attendre la levée des adventices avant d'installer leur culture.

A vrai dire ce décalage entre l'arrivée des pluies et le semis des blés n'est pas totalement perdu puisqu'il est souvent mis à profit pour semer les orges moins vulnérables à la concurrence des mauvaises herbes.

Ce semis plus précoce des orges par rapport aux blés explique en partie que contrairement à la zone sub-humide les orges soient plus productives que les blés en zones arides. On trouve là une confirmation supplémentaire de l'intérêt des semis précoces. Cette pratique des agriculteurs d'attendre la levée des mauvaises herbes pour pouvoir les détruire avant l'installation des blés met aussi en évidence l'importance accordée à la lutte contre les adventices en même temps que la méconnaissance des possibilités offertes par les herbicides.

Deux raisons concourent à rendre particulièrement dangereuse la concurrence des mauvaises herbes en zones semi-aride et aride ce sont d'une part les disponibilités limitées en eau d'autre part le stock élevé de graines d'adventices dans le sol du fait de l'absence ou la rareté de plantes sarclées en rotation avec les céréales et de la pratique de la jachère non travaillée.

Enfin, derniers points à signaler, caractéristiques de la conduite des céréales dans ces zones c'est l'emploi limité de la fertilisation minérale et la faible utilisation des variétés améliorées.

Sur la base de cette analyse technique il est alors possible de définir une nouvelle stratégie de culture des céréaes qui permettrait de mettre à profit les potentialités des zones semi-aride et aride.

L'objectif principal de cette stratégie est d'améliorer la coïncidence du cycle cultural

(3) - cf. Exposé de A BERRADA « *Essais d'itinéraires techniques sur orge en zone aride* »,

avec la période pluvieuse et ceci en avançant les dates de semis par rapport à ce qu'elles sont actuellement.

Compte tenu de cet objectif, l'idéal serait de pouvoir implanter toutes les céréales juste après le début des pluies. Mais ceci ne serait possible qu'au prix d'un suréquipement anti-économique ; aussi doit-on s'orienter plutôt vers des solutions intermédiaires qui permettent de racourcir la période des semis et de la centrer sur le début des pluies quitte à faire une partie des semis en sec.

La mise en pratique d'une telle stratégie nécessite forcément le recours à la mécanisation. En effet seule la mécanisation des travaux peut permettre de réduire sensiblement l'étalement des semis.

Mais dans cette perspective la mécanisation ne doit pas être considérée comme un simple substitut de la traction attelée ce qu'elle est souvent actuellement.

Si l'on veut assurer un démarrage rapide des céréales après l'arrivée des pluies il faut limiter le nombre de façons culturales à effectuer entre ces pluies et le semis, à la fois pour gagner du temps et pour éviter que la répétition des travaux ne dessèche le sol. En conséquence il **faut commencer à préparer le sol avant les pluies.** Seule la traction mécanique permet une telle préparation.

La possibilité de travailler le sol en sec **qu'offre la mécanisation peut être également mise à profit pour réaliser les semis avant l'arrivée des pluies.**

Ceci se pratique déjà dans les exploitation mécanisées lorsque l'arrivée des pluies est tardive. Mais dans la perspective d'un avancement de l'ensemble de la période de semis il faut aussi envisager de réaliser, même en année normale, une partie des emblavements en sec avant l'arrivée des pluies. Comme il n'y a pas lieu de remettre en question l'échelonnement actuel des semis c'est naturellement les orges à vocation mixte (fourrage et grain) qui pourraient être ainsi implantées dès le mois d'Octobre quelles que soient les conditions pluviométriques.

En somme, il faut que, par le recours à la mécanisation, les agriculteurs acquièrent un plus grand degré de liberté dans la réalisation de leur semis par rapport à la date d'arrivée des pluies et que ce surcroit de liberté soit mis à profit pour assurer une plus grande précocité de l'ensemble des semis de céréales.

Cette nouvelle tratégie n'a cependant pas que des avantages elle **entraîne aussi certains inconvénients** dont il faut chercher à se prémunir si l'on souhaite la voir appiquée.

Le premier de ces inconvénients est évident : en réalisant les travaux du sol avant ou juste après l'arrivée des pluies **on se prive de la possibilité de détruire les mauvaises herbes avant l'installation de la culture.**

La seule possibilité que l'on a alors pour contrôler es mauvaises herbes est de faire des traitements herbicides. Compte tenu de la flore adventice existante et de la large gamme de produits disponibles, ce contrôle chimique des mauvaises herbes est tout à fait possible. Des essais devront cependant être développés pour définir les modalités d'emploi optima de ces produits compte tenu des conditions pluviométriques assez aléatoires des zones aride et semi-aride.

Les traitements herbicides font donc partie intégrante du nouveau mode de conduite des céréales visant à améliorer la coïncidence de leur cycle avec la période pluvieuse.

Un autre risque dont il faudra, par des essais et des observations suivies, apprécier l'importance **est le développement des maladies et parasite en début de végétation.** En effet la réalisation de semis à une période où la température du sol est encore assez élevée peut favoriser des attaques de vers blancs et surtout de cécidomyie et provoquer des fontes de semis.

En ce qui concerne les dégâts causés par les moineaux lors de la maturation qui constituent un handicap sérieux pour les semis précoces dans les périmètres irrigués ou en zone Sub-humide. ils sont en principe moins à craindre en zones aride et semi-aride du fait de la rareté des refuges (forêts, plantations, brises vent) et de l'avancemet de l'ensemble des semis qui devrait résulter de la nouvelle stratégie de culture des céréales.

Enfin, signalons que les modificatons à apporter à la conduite des céréales dans le cadre de cette nouvelle stratégie ne devraient

pendance nationale : il faut rechercher les moyens pour la réaliser.

2) — Je retiens la conclusion de l'exposé montrant que le meilleur moyen de lutte contre l'exode réside dans le soutien apporté aux petites exploitations pour se mécaniser. La mécanisaton constitue le seul moyen de relever sérieusement les rendements. Mais l'obstacle à cet objectif reste princpalement dans les structures agraires.

Avant d'arriver à changer cette donnée, on peut, tirant les conclusions de l'expérience opération labour par exemple préconiser une intervention plus grande de l'Etat.

Mr. JOUVE :

Votre intervention n'appelant pas de réponse précise de ma part je me limiterais à souligner les limites d'une intervention étatique en matière de travaux agricoles qui aboutirait à substituer aux producteurs des agents d'exécution beaucoup moins intéressés par les résultats de la production.

Il existe de nombreux exemples dans le pays et à l'extérieur qui montrent les dangers d'une intervention excessive de l'Etat au niveau du processus de production. Le Maroc dispose d'un capital inestimable c'est la capacité technique de ses agriculteurs. Il ne m'apparait pas souhaitable de vouloir leur substituer des fonctionnaires ou des ouvriers salariés.

Il faut plutôt leur donner les moyens de valoriser ce capital technique et celà en transformant au besoin les structures de production sans chercher pour autant à faire du secteur agricole un secteur éternellement assisté.

M. SOBHI :

1. — Je pense que l'on doit être prudent et qu'il ne faut pas mécaniser d'une facon aveugle car la mécanisation a des inconvénients :

Les agriculteurs ont tendance à mettre en culture des terres impropres à la céréaliculture.

On doit penser à une complémentarité entre la mécanisation et l'attelage en faisant des recherches d'outillage à employer derrière les animaux car si la durée pour semer les céréales est trés courte il a d'autres interventions (labour de la jachère au printemps, hersage) qui peuvent être réalisées à l'attelage.

— Enfin l'équipement des exploitations par une bonne organisation professionnelle des limites. La rentabilisation d'un tracteur nécessite là où il y a des micropropriétés de regrouper 30 à 50 agriculteurs ; c'est pratiquement impossible.

2. — L'élevage constitue une concurrence importante pour la céréaliculture et empêche la réalisation de travaux du sol à temps, à cause du pâturage des chaumes. Il faut donc améliorer les parcours et éventuellement pratiquer des cultures fourragéres.

M. JOUVE :

Votre intervention pose plusieurs questions très importantes et intéressantes.

1. — C'est vrai que le recours à la mécanisation peut favoriser la mise en culture de terres impropres à la céréaliculture soit parce que la pluviométrie y est trop faible soit parce qu'elles portent une couverture végétale perenne leur conférant une vocation pastorale. Dans ce dernier cas la mécanisation peut être à l'origne d'une destruction irréversible de la flore spontannée sans que les bénéfices qui peuvent être retirés de cette mise en culture compensent cette perte de patrimoine. Aussi faudrait-il délimiter des zones pastorales où la mécanisation serait proscrite.

2. — Le recours à la mécanisation ne suppose pas pour autant l'abandon de la traction attelée. Il existe certaine travaux (binage sarclages etc...) pour lesquels il peut être avantageux d'utiliser l'attelage. Cependant en zones aride et semi-aride nous avons montré que les exigences en matière de travail du sol de la nouvelle stratégie de culture à savoir : rapidité d'exécution des travaux, possibilité de travailler le sol en sec pour hâter les semis, ne peuvent être satisfaites par la traction attelée. Quant aux améliorations qui peuvent être apoprtées au petit matériel si elles sont souhaitables elles restent très hypothétiques en l'absence de recherches entreprises sur cet objectif et d'industriels intéressés par la fabrication de matériel adapté aux conditions marocaines. Par ailleurs aucune amélioration ne permettra de satisfaire aux exigen ces citées ci-dessus, qui sont fondamentables en zone aride.

3. — L'existence d'une grande masse de micro—fondiaires constitue effectivement une contrainte à des regroupements efficaces. Mais faut-il, parce que le probléme est difficile à résoudre, s'en désintéres-er ?

Deux voies peuvent être esquissées pour tenu du rapport hommes/terre.

— une restructuration foncière dont il ne faut pas cependant exagérer la portée compte tenu du rapport hommes/terre.

— la mise en place de nouveaux mode de groupements moins sélectifs pour l'utilisation de matériel en commun, comme par exemple, l'équipement des villages en tracteur.

4. — Compte tenu de la vocation pastorale dominante des zones arides, les objectifs de développement de la céréaliculture doivent tenir compte des besoins de l'élevage. Mais pour poser d'une façon plus objective le problème d'une éventuelle concurrence entre céréaliculture et élevage, il conviendrait d'évaluer

les UF fournies par les parcours et celles fournies dans les mêmes conditions par les céréales. Il n'est pas certain que dans beaucoup de zones la culture de céréales essentiellement fourragères telle que l'orge ne s'avère pas plus productives d'UF que les parcours.

M. NACIRI :

Dans le cadre de la « stratégie nouvelle » esquissée dans votre intervention, vous avez laissé de côté un facteur fondamental à savoir celui de l'influence de la mécanisation sur l'érosion des sols dans les zones arides. Cette stratégie doit pour éviter le risque de compromettre son action, tenir compte du facteur sol qui est le fonds capital des zones arides le plus fragile.

M. JOUVE :

La prise en compte de l'effet des nouvelles techniques sur l'évolution de la fertilité et les risques d'érosion ne peut se faire que dans le cadre d'esasis à long terme sur les mêmes terrains. Les essais actuellement entrepris ne sont pas de ce type. C'est pourquoi il faut envisager la mise en place de structures de recherches permettant de tels essais (création de stations nouvelles. Il y a très peu de station de recherche dans les zones semi-aride et aride.

Mme JOUVE :

« Vocation céréalière des zones arides et semi-arides ? » Ce point d'interrogation est posé en conclusion de la notice de M. TROIN sur les cultures céréalières au Maroc (notice de l'Atlas du Maroc). Le Maroc est déficitiare en céréales certes mais aussi en viande (sous—nutrition protéinique) alors pourquoi ne pas étudier la vocation pastorale de ces zones ? On a vu hier des possibilités : bonne réponse de céréales à la fertilisation en matière de paille.

M. JOUVE :

La superficie consacrée aux céréales (près de 4.5 millions d'ha) est très faible par rapport à celle correspondant aux zones de parcours (43 millions d'ha).

Limiter la culture des céréales dans les zones semi—aride et aride au profit du parcours aurait, dans l'état actuel des connaissances sur l'amélioration des parcours, un effet probablement négatif sur la production.

Par ailleurs, une grande partie de la production céréalière des zones semi-aride et aride est destinée à l'élevage : paille chaume et une partie des grains d'orge. Toujours compte tenu de la productivité actuelle des parcours il est probable que la culture des céréales produise plus d'unités fourragères à l'hectare que le parcours.

En conséquence il parait plus urgent de chercher à améliorer la production des parcours actuels que de restreindre le domaine céréalier déjà très limité (moins d' 1/10 de de la superficie du pays).

Enfin privilégier la production de viande au détriment des céréales est un choix contestable dans un pays où une partie de la population à une ration alimentaire déficitaire en calories. En effet la transformation en produits animaux des productions végétales est une source importante de gaspillage calorique. Quant aux problèmes qualitatifs que cela peut poser au niveau de la ration alimentaire ils peuvent être résolus également par consommation de certains produits végétuax (légumineuses à graines en particulier).

M. FARAJ :

De toute façon à partir du moment où l'on adopte une politique d'autosuffisance en céréales, on est obligé d'exploiter le potentiel céréalier des zones aride et semi-aride, d'autant qu'il est encore mal connu.

M. OUATTAR :

1. — Ce qui est frappant dans ces régions c'est que les petits agriculteurs, surtout après plusieurs années sèches manquent de moyens de production les plus essentiels comme les semences. Que prévoir ?

2. — Existe-t-il plusieurs types de variétés locales aux caratéristiques bien différenciées ?

M. JOUVE :

1. — Des opérations du type « zones déshéritées » pourraient permettre de pallier les conséquences de séries d'années climatiquement défavorables.

2. — Il existe effectivement en zones semi-arrees et aride des voriétés locales de blé et d'orge présentant des caractéristiques jugées suffisamment intéressantes par les agriculteurs pour être cultivées. Un inventaire en vue d'une sélection de ces variétés apparaît comme très souhaitable.. Il n'a malheureusement pas encore été fait pour les orges et il est partiel pour les blés.

18

La lutte contre la sécheresse par les techniques culturales.

Philippe JOUVE

Hommes, Terre et Eaux
N° 52/53
SEPTEMBRE - DECEMBRE 1983
Rabat

LA LUTTE CONTRE LA SECHERESSE PAR LES TECHNIQUES CULTURALES

par
Philippe JOUVE
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

RESUME

La variation des précipitations est considérée comme une des causes majeures de la forte fluctuation des rendements céréaliers au Maroc. Les études faites pour vérifier cette assertion ont montré qu'effectivement il existe une liaison positive entre les précipitations annuelles et les rendements mais seulement en zone aride à pluviosité inférieure à 300 mm. Dans les zones plus arrosées c'est la répartition intersaisonnière des précipitations plus que leur hauteur annuelle qui devient déterminante.

Dans une deuxième partie sont passées en revue les techniques culturales permettant d'atténuer les effets de la sécheresse sur le rendement des cultures. Ces techniques sont regroupées en deux grandes catégories, celles qui visent à améliorer l'efficience des pluies et celles qui peuvent contribuer au transfert d'eau d'une saison à l'autre. Au terme de cette analyse prenant en considération les conditions pédo-climatiques et les systèmes de production marocains il apparaît que la jachère est une technique d'intérêt limité sur le plan agronomique et plus encore sur le plan économique. Par contre l'avancement de la période des semis permettant de réduire le déficit hydrique en fin de cycle constitue une technique intéressante, mais elle suppose une modification notable des modes d'installation des cultures et un contrôle chimique des mauvaises herbes.

Introduction

La très grande variabilité interannuelle et intersaisonnière des précipitations est considérée au Maroc comme une des causes majeures des fortes fluctuations des rendements des cultures cultivées en sec.

Le climat de ces dernières années, marqué par des sécheresses particulièrement accusées, n'a fait que confirmer cette impression d'une influence déterminante des précipitations sur la production agricole et par voie de conséquence sur toute l'économie du pays.

Cette irrégularité des précipitations propre au climat méditerranéen est-elle une fatalité à laquelle il faut se résigner ou, au contraire, existe-t-il des moyens techniques permettant d'en atténuer les effets néfastes, c'est ce que nous allons tenter d'examiner en considérant plus spécialement les techniques culturales, sans aborder le problème de la sélection de matériel végétal adapté à la sécheresse.

Mais auparavant il nous a semblé utile de caractériser brièvement la variabilité pluviométrique propre au Maroc et d'en analyser les conséquences sur le rendement des cultures.

1. Variabilité pluviométrique et rendements des cultures

La variabilité pluviométrique interannuelle du Maroc a été étudiée par Cotte et Legras (1966). Ces auteurs ont caractérisé cette variabilité à l'aide de deux critères :

• l'écart moyen de la pluviométrie annuelle par rapport à la moyenne sur une longue période.

• la fréquence des années ayant une pluviométrie inférieure de 25 % par rapport à la moyenne.

$$V = \frac{100\ Xi - X}{nx}$$

Le premier critère a permis de délimiter trois grandes zones :
• une zone d'écart à la moyenne inférieur à 20 %. Elle comprend les régions de montagne, le plateau central, les plaines de Chaouia et Doukkala.
• une zone d'écart à la moyenne compris entre 20 et 30 % recouvrant le Gharb et son arrière pays, les plaines méridionales du Maroc occidental (Haouz, Rehamna) et les plaines du Maroc Oriental.
• enfin une zone d'écart à la moyenne supérieur à 30 % comprenant le Souss et les régions pré-sahariennes.

Le second critère confirme la classification précédente. Ainsi le pourcentage d'année sèche est inférieur à 10 à Fès, égal à 10 à Rabat, compris entre 10 et 20 dans le Gharb, en Chaouia, Doukkala, Basse Moulouya, supérieur à 20 dans les plaines occidentales du sud du Maroc et, dans le sud présaharien, ce pourcentage dépasse 30.

Ce qu'il faut retenir de cette étude, c'est que la variabilité relative de la pluviométrie annuelle est forte au Maroc et qu'elle a tendance à s'accroître au fur et à mesure que l'aridité s'accentue.

A l'handicap d'une précipitation moyenne annuelle faible vient donc s'ajouter dans les zones arides celui d'une grande variation de ces précipitations d'une année à l'autre.

Il apparaît assez logique de mettre en relation cette forte irrégularité des précipitations avec la fluctuation des rendements et en particulier des rendements des céréales qui couvrent près de 80 % des terres cultivées. Ceci est d'autant plus légitime qu'au cours des cinquante dernières années pour lesquelles nous disposons de données statistiques, les années de sécheresse se sont accompagnées de rendements en céréales particulièrement faibles : 1,5 qx/ha en 1945, 4,7 qx en 1957 et 1966, 4 à 5 qx/ha en 1981.

Ces études citées par Naciri (1969) ont montré qu'il existe effectivement une corrélation positive entre les rendements céréaliers et le total des pluies tombées entre le 1er novembre et le 30 avril, mais seulement pour les régions de l'étage aride. Ce résultat a été confirmé par l'analyse faite par F. Papy (1978) qui en utilisant les données de l'enquête statistique permanente sur les céréales a cherché à établir une corrélation entre les précipitations et rendements dans différentes régions climatiques du Maroc. Il a montré que ces corrélations étaient significatives pour des régions comme les Abda, le Haouz, les Sraghna, zones arides à pluviométrie inférieure à 300 mm, pratiquement nulles par contre dans le Chaouia et le Saïs où il pleut de 300 à 500 mm.

De tels résultats s'expliquent assez aisément. Dans des zones ayant une pluviosité limite pour la culture des céréales (280 à 300 mm), une diminution de cette pluviométrie de l'ordre de 20 à 30 %, c'est-à-dire d'environ 80 mm, pourra entraîner une récolte très faible voire nulle ; par contre un excès pluviométrique de même grandeur pourra s'accompagner d'un rendement double de la moyenne. A l'inverse, en zone plus arrosée, de tels écarts relatifs par rapport à la moyenne pluviométrique auront un effet beaucoup moins marqué sur les rendements.

Si l'on ajoute à cela que la fréquence des années sèches est plus grande en régions arides, on comprend pourquoi il existe une forte corrélation entre précipitations et rendements dans ces régions. A la grande variabilité des pluies va donc correspondre une forte fluctuation des rendements. Les agriculteurs de ces régions en ont fait l'expérience depuis bien longtemps, d'où la coutume de constituer des réserves interannuelles de grains, soit dans les greniers enterrés (matmora), soit dans des greniers collectifs autrefois fortifiés (Agadir ou Irhen).

Le développement de l'économie d'échange et la distribution de farine en cas de disette ont perturbé cette coutume et contribuent indirectement dans certains cas à aggraver les conséquences résultant de mauvaises récoltes.

Dans les zones plus arrosées, l'absence de corrélation entre la pluviométrie de la saison de culture et les rendements est due au fait que les rendements sont non seulement affectés par les manques de pluie mais également par les excès.

En effet, la pluviométrie annuelle de ces zones étant répartie sur une période et un nombre de jours limités, il en résulte que les précipitations dépassent parfois les capacités d'infiltration des sols, ce qui entraîne des stagnations d'eau et une asphyxie momentanée du sol, préjudiciables aux cultures.

Ainsi Papy, dans l'étude citée précédemment, a mis en évidence une corrélation négative entre la pluviométrie d'automne-hiver et le rendement du blé dur et de l'orge dans la région de fès, Meknès et du Pré-Rif, les pluies excessives durant cette période ayant entraîné une diminution du nombre d'épis par m².

Ce résultat montre également que la fluctuation des rende-

ments n'est pas seulement due à la variation interannuelle des précipitations mais aussi à leur variabilité intersaisonnière, c'est-à-dire à leur répartition tout au long du cycle cultural. On sait en effet qu'en même déficit peut affecter de façon très différente le rendement d'une culture suivant le stade auquel il intervient. Ceci est dû au fait que les cultures présentent des stades critiques au déficit hydrique. Ces stades correspondent généralement à la différenciation des organes récoltés. Pour les céréales d'hiver, on a mis en évidence deux stades critiques, le premier autour de l'épiaison - floraison, le second, de moindre importance, lors de la maturation du grain (stade du palier hydrique). Tout déficit intervenant durant ces stades va diminuer le rendement des céréales de façon beaucoup plus forte que s'il s'était produit à tout autre moment du cycle cultural.

L'existence de ces stades critiques vis à vis du déficit hydrique a été empiriquement reconnue par les agriculteurs. Cette connaissance empirique se traduit à travers un certain nombre de dictons et proverbes qui, par exemple, accordent une importance décisive aux pluies de mars.

Or il se trouve que c'est durant ce mois qu'a lieu en année normale, l'épiaison des céréales, stade qui est particulièrement sensible au déficit hydrique.

Confirmant l'expérience des agriculteurs une corrélation statistique a pu être établie (Vis 1976, Papy 1978) entre les précipitations de ce mois et le rendement du blé dur. La relation est moins nette pour l'orge.

Par ailleurs la répartition intersaisonnière des pluies ne joue pas seulement sur l'alimentation hydrique des cultures mais aussi sur les conditions de la réalisation des techniques de culture (travaux du sol, semis, etc...) et sur la position du cycle cultural. Nous verrons par la suite combien peut être important ce dernier facteur.

La comparaison des campagnes 67-68 et 68-69 illustre parfaitement l'importance de la répartition intersaisonnière des pluies : la première caractérisée par des pluies précoces permettant une bonne installation des cultures, un hiver relativement sec, suivi d'un printemps pluvieux (138 mm en mars) a permis une récolte record de 63 millions de quintaux jamais dépassée depuis. La deuxième avec une pluviométrie comparable mais moins bien répartie, avec notamment un retard des premières pluies donc des semis a donné 23 millions de quintaux de moins. Dans la région de Meknès la pluviométrie de ces deux campagnes a été identique : 678 mm ; les rendements moyens des céréales ont été de 16,7 qx en 1978 et 9,3 qx en 1969. En conclusion, si le volume total des pluies annuelles est déterminant sur le rendement dans les régions à pluviosité inférieure à 300 mm, par contre, dans celles où cette pluviosité est supérieure, c'est la répartition intersaisonnière des précipitations qui semble influer le plus sur le niveau des rendements.

2. Les techniques de la lutte contre la sécheresse

2.1. Techniques visant à compenser le déficit pluviométrique

Parmi ces techniques, nous citerons pour mémoire la plus efficace à savoir l'irrigation dont l'objectif est précisément de pallier le déficit pluviométrique. Cependant cette technique est tributaire de la mobilisation de ressources en eau, qui sont en général limitées dans les zones où les cultures souffrent le plus de la sécheresse. Nous signalerons seulement que l'efficience avec laquelle on utilise l'eau d'irrigation influe très directement sur les surfaces pouvant bénéficier de cette irrigation. A cet égard, en climat méditerranéen, les cultures d'hiver qui mettent à profit les précipitations naturelles valorisent beaucoup mieux l'eau d'irrigation que les cultures d'été, c'est ce qui explique que, par exemple, on ait préféré la culture de betterave dans le Souss, où l'eau est rare, à celle de la canne à sucre qui y fut pourtant jadis cultivée. A l'inverse, c'est l'abondance de l'eau qui a justifié l'extension de la canne à sucre dans le Gharb au détriment de la betterave.

2.2. Techniques visant à augmenter l'efficience des pluies

2.2.1 Techniques réduisant les pertes d'eau par ruissellement

Les précipitations du Maroc, et c'est une autre caractéristique propre au climat méditerranéen, sont souvent de forte intensité (10 mm/jour). Chaque fois que celle-ci dépasse la capacité d'infiltration du sol, il se produit une stagnation et, si le sol est en pente, un ruissellement des eaux qui diminue considérablement l'efficacité des pluies.

Ce phénomène de ruissellement va être d'autant plus accusé que le sol est nu, sans végétation pour freiner l'écoulement de l'eau et diminuer l'énergie des gouttes d'eau ; celles-ci vont entraîner une destructuration de la surface du sol qui va réduire la capacité d'infiltration des eaux de pluie. C'est généralement cette situation que l'on constate lors des premières pluies faisant suite à la saison sèche. Or l'emmagasinement de ces premières pluies peut conditionner une installation précoce de la culture et accroître sa résistance à une sécheresse intervenant après le semis. Cet emmaga-

sinement est donc d'autant plus nécessaire que le climat est aride.

Plusieurs techniques permettent de réduire le ruissellement. Il y a d'abord le travail du sol, avant l'arrivée des pluies, afin d'augmenter sa rugosité, sa capacité d'infiltration et limiter sa destructuration superficielle à l'arrivée des pluies. Malheureusement, les terrains, où ce ruissellement est plus intense, sont généralement ceux, où le travail du sol en sec, nécessitant le recours à la mécanisation, est le plus difficile, comme c'est le cas par exemple pour une grande partie du Rif. Aussi adopte-t-on plutôt des techniques modifiant le modelé superficiel, de façon à accroître l'infiltration des eaux de pluies. Ces techniques, basées sur la construction de banquettes, de terrasses ou d'impluvium, contribuent par la même occasion à limiter l'érosion des sols.

Enfin, parmi les techniques nouvelles, il faut citer le "mulch" de paille. Le maintien d'une couverture végétale, entre les périodes de culture, accroît effectivement l'infiltration et diminue l'évaporation du sol. Cependant, dans les conditions marocaines où la paille, principale nourriture du bétail durant l'été est fortement valorisée, l'adoption d'une telle technique paraît tout à fait utopique.

2.2.2 Techniques visant l'amélioration de l'enracinement

La résistance des cultures à la sécheresse est conditionnée par la capacité de leur système racinaire à explorer un volume important de sol afin d'en extraire le maximum d'eau. Le rapport racine sur partie aérienne est même considéré comme un critère d'adaptation à la sécheresse et utilisé par les améliorateurs pour sélectionner les variétés en zones arides. Cette adaptation du système racinaire peut se faire de différentes manières. Certaines plantes, tel le cactus, développent un enracinement très superficiel sur une très grande surface qui leur permet de valoriser des précipitations très faibles. Cependant la résistance à la sécheresse de la plupart des plantes cultivées, que ce soit les céréales ou la luzerne est surtout fonction de la profondeur et de la densité de leur enracinement.

Toutes les techniques qui vont contribuer à les accroître vont être bénéfiques et on pense pour cela au travail du sol. Mais il faut savoir que celui-ci affecte généralement un dixième seulement de la profondeur d'enracinement ; de ce fait, il est de peu d'effet sur le développement des racines. Il peut cependant l'être dans le cas où un obstacle physique limite la pénétration des racines en profondeur. C'est le cas des sols présentant une zone tassée consécutive à la répétition des travaux du sol (semelle de labour) où à des conditions de cultures particulières, comme peuvent l'être celles des vallées pré-sahariennes. Dans ces régions, les sols limoneux ont une faible stabilité structurale, de ce fait ils ont tendance à se destructurer et à se tasser sous l'effet des fortes doses d'irrigation pratiquées de surcroît avec une eau chargée en sel. Après une saison de culture, ces sols doivent être travaillés profondément pour régénérer leur structure et permettre un développement dense et profond de l'enracinement de la nouvelle culture. C'est à cette condition qu'elle pourra supporter les longues périodes de dessèchement du sol séparant les irrigations, autrefois déterminées par les crues, mais qui restent même avec les barrages relativement espacées.

Ces exigences ont été parfaitement comprises par les agriculteurs de ces oasis qui retournent leur sol sur près de 40 cm de profondeur à l'aide d'une longue bêche et au prix d'un travail si considérable qu'il explique l'intrusion récente des tracteurs dans le parcellaire labyrinthique des palmeraies. Hormis des situations de ce type, il serait erroné de penser que l'approfondissement du travail du sol favorise automatiquement celui de l'enracinement et, par là, la résistance à la sécheresse des cultures.

2.2.3 Le contrôle des adventices

Les adventices concurrencent les plantes cultivées pour l'eau, la lumière et les éléments minéraux. En situation de déficit hydrique, c'est évidemment la concurrence pour l'eau qui est la plus préjudiciable. Elle revient à réduire la quantité d'eau disponible pour la culture qui, nous l'avons vu, est en zone aride étroitement corrélée au rendement.

Le contrôle des adventices apparaît donc comme une des interventions techniques les plus indispensables, si l'on souhaite valoriser au mieux des précipitations insuffisantes. Cependant dans les conditions marocaines et plus spécialement en zone aride, ce contrôle des adventices n'est pas facile. La présence de jachère enherbée, d'autant plus fréquente que l'aridité s'accroît, comme précédent aux céréales, contribue au salissement des cultures. Par ailleurs, la variabilité des précipitations en cours de culture rend l'efficacité des herbicides assez aléatoire. Enfin la nécessité d'installer rapidement les cultures après les pluies limite les possibilités de contrôle des mauvaises herbes par le travail du sol.

Aussi convient-il de combiner les différents moyens de lutte possibles : précédent, travail du sol, date de semis, désherbage chimique. Mais l'emploi d'herbicides apparaît comme la solution la plus sûre et la plus conforme aux nouvelles stratégies de culture en zone sèche d'où la néces-

sité de développer les recherches sur le choix des produits et sur les modalités de leur application.

D'une façon comparable aux adventices, les maladies et particulièrement les maladies foliaires (helminthosporiose des orges, septoriose des blés) en réduisant l'efficacité photosynthétique des plantes et en affectant la migration des réserves dans les grains accentuent les effets de la sécheresse. Tous les moyens de lutte contre ces maladies ne peuvent être que bénéfiques à une meilleure valorisation de précipitations insuffisantes.

2.2.4 La modification de la position du cycle cultural par rapport à la période pluvieuse

L'analyse des périodes de semis des céréales au Maroc fait apparaître que ceux-ci, même dans les zones arides, peuvent s'échelonner sur plusieurs mois. Cet échelonnement des semis a deux causes principales :

- la première est due à l'insuffisance du parc de tracteurs et à la faible efficience des attelages qui contribuent en année normale à l'ensemencement de près de la moitié des surfaces céréalières (une "Jouja" peut travailler en moyenne 1/4 d'ha par jour. Si un agriculteur veut ensemencer 5 ha avec deux passages d'outils, il lui faudra 40 jours de travail, en excluant les jours non disponibles pour le travail, jours de pluies ou de souk, c'est près de 2 mois qui lui seront nécessaires pour réaliser ses ensemencements.
- la seconde raison est d'ordre agronomique. Afin de contrôler les mauvaises herbes, faute de pouvoir ou de savoir le faire par les herbicides, la plupart des agriculteurs attendent la levée des mauvaises herbes, après les premières pluies, pour installer leur culture, décalant ainsi le cycle de leur culture par rapport à la saison pluvieuse.

Il en résulte qu'une proportion des ensemencements, variable suivant les conditions pluviométriques de l'année, sera faite tardivement en janvier voire février, or la saison des pluies est courte et le déficit hydrique en fin de cycle est systématique. Des études fréquentielles (Papy et al. 1981) ont montré qu'en Chaouia les risques de déficit hydrique étaient de 20 % du 20 février au 20 mars et qu'ensuite ils augmentaient très rapidement.

Tout retard des semis va donc accentuer l'effet de ce déficit hydrique en fin de cycle et contribuer à la faiblesse des rendements.

Ce raisonnement théorique a été en grande partie confirmé par les expérimentations entreprises en zone semi-aride concernant l'effet de la date de semis sur le rendement (Jouve, Berrada 1978). En zone à pluviométrie inférieure à 300 mm, l'avantage des semis précoce s'est vérifié dans tous les essais, aussi bien pour l'orge que pour le blé. En zone à pluviométrie supérieure à 300 mm, cet avantage est moins net, notamment pour les blés du fait du fait d'un certain nombre d'handicaps liés aux semis précoces : concurrence plus forte des adventices, réussite des semis plus aléatoire pouvant entraîner des doubles levées, plus forte pression des parasites et prédateurs (cécidomyie, fourmis, oiseaux).

Ces résultats ont montré que les espèces cultivées ne réagissent pas de la même façon à l'avancement de leur cycle, manifestement l'orge se prête mieux que les blés aux semis précoces. Mais l'enseignement le plus important à tirer de ces essais est qu'une meilleure superposition du cycle cultural, avec la période des pluies pour être profitable, ne suppose pas seulement un avancement des dates de semis mais une transformation de l'ensemble du mode de conduite des céréales : en d'autres termes, l'adoption d'un nouvel itinéraire technique permettant de préparer le sol avant l'arrivée des pluies, de garantir une bonne levée même en condition hydrique limitante et surtout de contrôler les mauvaises herbes autrement que par le travail du sol. Ces changements supposent des moyens techniques nouveaux : mécanisation des travaux du sol, utilisation de semoirs, de rouleaux, d'herbicides, bref une nouvelle technologie qui actuellement est loin d'être à la portée de la majorité des agriculteurs notamment de ceux des zones semi-arides et arides, les plus exposées à la sécheresse. Par ailleurs, cette transformation des moyens de production et notamment un recours plus grand à la mécanisation des travaux d'installation des cultures, si elle apparaît souhaitable du point de vue technique n'est-elle pas sans danger du point de vue social ?

Les études faites à ce sujet par Zagdouni (1980) donnent de premiers éléments de réponse qui confirment l'importance du problème.

2.2.5 Autres techniques améliorant l'efficacité de l'eau disponible

La fertilisation minérale

Toute réponse positive d'une culture à l'apport de fertilisants en condition d'alimentation hydrique limitante suppose que ces fertilisants ont amélioré l'efficacité de l'eau consommée. Malheureusement, les essais réalisés dans ce domaine montrent qu'en situation de sécheresse, l'efficacité de la fertilisation devient très aléatoire. Il peut même se produire que des apports d'engrais azoté, en favorisant le développement végétatif des céréales et un épuisement prématuré des réserves en eau du sol, diminuent le rende-

ment final. Par contre il a été démontré qu'en sol carencé en phosphore, la fertilisation phosphatée en améliorant la croissance et la vigueur des racines pouvait contribuer à améliorer la résistance des cultures à la sécheresse. Il n'en reste pas moins que la fertilisation minérale est une technique dont l'intérêt agronomique et encore plus économique apparaît comme assez limité en situation de déficit hydrique prononcé.

Les antitranspirants

L'utilisation de ces produits chimiques a pour but de réduire la transpiration des cultures sans trop altérer l'absorption de CO_2 qui se fait par la même voie c'est-à-dire par les stomates. Cette technique apparemment très séduisante a suscité de nombreux travaux de recherche notamment aux U.S.A. Mais jusqu'à ce jour les difficultés de maîtrise de cette technique en ont empêché l'emploi en grandes cultures.

Techniques visant à permettre des transferts d'eau d'une saison à l'autre

a. La jachère

L'intérêt de la jachère pour améliorer les conditions d'alimentation hydrique des cultures dans les régions à pluviométrie insuffisante a suscité et continue de susciter beaucoup de controverses.

Une grande partie de celles-ci est due à une valorisation a priori de la jachère, en l'absence de toute analyse scientifique rationnelle de ses effets sur les états du milieu et des conditions qui peuvent affecter son efficacité.

Aussi convient-il de rappeler brièvement ces conditions. L'efficacité de la jachère vis à vis du transfert d'eau d'une saison à l'autre, mais ce n'est pas là son seul rôle, est dépendante de plusieurs paramètres :

• le stock d'eau en début de jachère qui est lui même fonction de la parcelle, du régime des pluies et de l'histoire culturale.
• le régime d'évaporation de l'eau du sol durant la période de jachère. Il sera fonction tout d'abord du régime d'ETP et ensuite de l'état structural du sol et de la présence ou non d'une couverture végétale.
• les caractéristiques hydro-dynamiques du sol qui déterminent sa capacité de réserve en eau utile pour les plantes (R.U.).
• enfin le régime pluviométrique durant la saison de culture qui suit la période de jachère.

Si l'on considère ces différents paramètres il est alors possible d'analyser objectivement l'intérêt de la jachère dans les conditions marocaines.

Cependant, comme le terme même de jachère est très général, il désigne l'intervalle de temps séparant deux cultures successives (Sebillotte 1976), il n'est pas inutile de préciser à quel type de jachère on s'intéresse, dans la perspective du transfert d'eau d'une saison à l'autre.

Nous excluerons la jachère pâturée, très répandue dans toutes les catégories d'exploitations des zones "bour" mais dont la fonction est essentiellement fourragère, pour ne considérer que la jachère travaillée de 16 mois s'intercalant généralement entre deux cultures de céréales. Dans le contexte méditerranéen, c'est la jachère de référence en matière d'économie d'eau, celle qui fut très largement adoptée par la colonisation étrangère en Afrique du Nord et qui reste très répandue dans des pays comme l'Algérie.

Cette jachère commençant en juin après la récolte des céréales n'est généralement pas travaillée jusqu'à l'hiver suivant.

Pendant le début de la saison pluvieuse, elle va donc s'enherber et pourra être éventuellement pâturée. Ce n'est qu'à la sortie de l'hiver, vers le mois de mai, qu'elle va être travaillée à la charrue. Ce travail a plusieurs objectifs :
• enfouir la végétation spontanée avant la maturité des plantes afin d'empêcher la dissémination de leurs graines et interrompre l'épuisement de la réserve en eau du sol. Ce travail ne peut être trop précoce car on s'exposerait à une deuxième repousse des adventices qui nécessitera un nouveau travail du sol.
• préparer le sol pour la culture prochaine par un labour grossier qui aura tout le temps d'évoluer d'ici l'installation des céréales à l'automne prochain.

Ce mode de conduite le plus courant est un compromis entre la jachère constamment travaillée qui empêche toute pousse des mauvaises herbes et permet un stockage maximum des eaux de pluie mais à un coût élevé et la jachère enherbée qui consomme autant d'eau qu'une culture.

Ainsi définie, cette jachère permet-elle d'améliorer sensiblement l'alimentation hydrique de la céréale qui va suivre ? Les observations de terrain faites au cours des dernières campagnes ont montré qu'une telle jachère n'est bénéfique que lorsque les précipitations qui font suite à la jachère sont insuffisantes pour combler la réserve en eau utile du sol.

Ce type de jachère s'avère donc d'autant plus intéressante que :
• l'année est sèche ou les premières pluies insuffisantes : cas

de la campagne 1980-1981 marquée par une sécheresse exceptionnelle de 4 mois (19 novembre - 15 mars).
• le sol est profond ; s'il ne l'est pas, cas de la majorité des sols des zones arides marocaines, sa réserve sera faible et aura de fortes probabilités d'être comblée dès l'arrivée des pluies.

An 1980-1981, l'effet bénéfique de la jachère travaillée ne s'est manifesté que sur les sols profonds : sols chatains du plateau de Merchouch, Vertisols du Gharb. On voit donc que l'intérêt du point de vue hydrique de la jachère travaillée de 16 mois est liée à des conditions de sol et de climat particulières qui font que l'intérêt agronomique d'une telle pratique est limité. Si, de plus, on se place sur le plan économique et que l'on compare l'association céréale-jachère avec celle des légumineuses à graines et des céréales, l'intérêt de la jachère devient plus discutable surtout dans un pays où une large majorité de la population est carencée en proteines. Pour être rigoureux, il faudrait considérer les autres effets de la jachère mis en évidence par les chercheurs qui ont étudié cette pratique (Grillot et al.). Certains sont positifs : c'est le cas de l'amélioration de la minéralisation de l'azote après jachère, d'autres négatifs, comme la diminution du stock de matière organique ou l'accentuation des risques d'érosion du sol par rapport à une culture continue.

Notons à ce sujet que les effets positifs peuvent être obtenus par le recours à la fertilisation azotée ou à l'association légumineuses-céréales, par contre les effets négatifs sont difficilement corrigeables.

L'expérience des pays à conditions pédo-climatiques voisines de celles du Maroc est aussi à considérer. Ainsi, en Australie, dans des conditions similaires de celles des zones semi-arides et arides du Maghreb, l'association céréale-jachère pratiquée pendant plusieurs décennies a entraîné une baisse progressive des rendements et a dû être abandonnée au profit du système de "dry-farming" associant des légumineuses fourragères (trifolium repens, médicago annuelle) aux céréales.

b. Le travail précoce du sol

De même que pour la jachère certains techniciens ont sans arguments scientifiques très convaincants affirmé l'intérêt d'un travail précoce du sol, juste après la récolte de la culture précédant les céréales, qui au Maroc se trouve être souvent une légumineuse à graine (fève, lentille, pois-chiche). Un des arguments avancés en faveur d'une telle pratique était précisément qu'elle favorisait le transfert de l'eau restant dans le sol, à la récolte du précédent, jusqu'à la période de culture suivante et ceci, en créant un horizon ameubli en surface jouant le rôle de "mulch" de terre, limitant l'évaporation de l'eau du sol. Les expérimentations entreprises au Maroc pour confirmer une telle hypothèse (Ezzamiti 1980) ont effectivement montré qu'après une culture d'hiver, que ce soit une légumineuse ou une céréale, il restait une certaine quantité d'eau susceptible de s'évaporer durant l'été, et que si on arrivait à la conserver on pourrait améliorer l'alimentation hydrique de la culture suivante. Mais ces mêmes expériences ont aussi montré que le travail du sol, s'il modifiait le rythme du processus d'évaporation de l'eau du sol n'en modifiait pas le résultat final 5 mois après. Ces résultats confirment ceux obtenus dans d'autres pays sur le même sujet.

Si malgré cela, on a pu constater empiriquement que le travail précoce du sol améliore le rendement de la culture qui suit, c'est que les effets de ce travail comme ceux de la jachère ne se limitent pas à la seule économie de l'eau et les agriculteurs qui ont adopté ces pratiques le reconnaissent volontiers. Ainsi, à partir d'enquêtes de terrain effectuées dans le pré-Rif, il apparaît que les agriculteurs qui travaillent leur sol de façon précoce, juste après la moisson, le font d'abord pour enfouir les pieds de folle avoine, principale adventice des céréales, avant grenaison. C'est aussi pour obtenir un état structural permettant des semis précoces et une bonne réussite de la levée.

A travers cette analyse rapide de la jachère et du travail précoce du sol, on retrouve tout l'intérêt et les limites de l'étude des pratiques agricoles. Empiriquement les agriculteurs au cours des siècles ont sélectionné les bonnes pratiques, mais ne disposant pas des connaissances théoriques permettant d'en rendre raison, ils en ont donné des explications erronées, souvent anthropomorphiques (la jachère permet au sol de se reposer).

Le rôle de l'agronome est précisément d'interpréter ces pratiques pour déceler les mécanismes qui expliquent leurs effets bénéfiques et par là définir les conditions de leur efficacité.

Son rôle est aussi d'en voir les limites et délaissant l'empirisme inadapté à un monde en rapide mutation, de proposer des solutions nouvelles, fondées sur une étude rationnelle des conditions agronomiques et économiques de la production.

CONCLUSION

Les techniques culturales ne sont pas les seules formes d'intervention à la portée des agriculteurs pour atténuer les effets des aléas pluviométriques. Le stockage des récoltes,

la diversification des cultures et des spéculations sont aussi des moyens de lutte contre-aléatoires vis à vis des variations du climat. Mais si l'on s'en tient aux seules techniques culturales, celles qui dans les conditions marocaines nous paraissent devoir être le plus prises en considération sont :

• l'avancement de la période des semis afin de supprimer les cycles tardifs. Cette amélioration suppose un changement complet d'itinéraire technique où le contrôle chimique des adventices devient impératif.

• une modification des séquences d'installation des cultures permettant des semis précoces et une levée régulière même en conditions hydriques limitantes.

Par contre des techniques telles que la jachère travaillée ou le mulch de paille qui ont pu, sous d'autres conditions climatiques et d'exploitation être considérées comme efficaces, apparaissent, à l'analyse, d'un intérêt agronomique et encore plus économique, très limité au Maroc.

Enfin nous pensons que la sécheresse doit cesser d'être un alibi pour justifier des rendements médiocres. Elle doit au contraire être considérée comme un défi à surmonter. D'autres pays ont montré que, par une recherche assidue des solutions techniques adaptées à chaque situation pédoclimatique et la mise en œuvre des moyens techniques, financiers et réglementaires, permettant l'application de ces solutions, il était possible de relever un tel défi.

Bibliographie

1. ARNON - 1972 - "Crop production in dry region" Vol. I - Background and principles - Leonard Hill - London.

2 - FISCHER R.A. - NEIL C. TURNER "Plant productivity in the arid and semi arid zones" Ann. rev. Plant. Physiol. 1978-29 : 277-317.

3 - FRANK-G. VIETS Jr. "Effective drought control for success ful dryland agriculture" CSSA Special publication n° 2 - Avril 1971.

4. GRILLOT G. 1950 "La jachère et l'humidité des sols au Maroc" Trans-of the Intern-Congress of Soil Sc. Vol. 1 Amsterdam.

5. JOUVE A. M. 1980 - "Démographie et céréaliculture - Evolution comparée de la démographie et de la céréaliculture au Maroc depuis le début du siècle" R.G.M. n° 4 - Rabat.

6. JOUVE Ph. - BERRADA A. "Résultats d'expérimentation en aridoculture" Maroc Agricole n° 113 - Mars 1979.

7 - JOUVE Ph. 1979 - "Les voies d'amélioration des rendements céréaliers en zones semi-arides et arides". Revue H.T.E. Vol. 9 - n° 35.

8 - NACIRI - 1969 - "Conditions climatiques des récoltes céréalières et situation des campagnes traditionnelles au Maroc" R.G.M n° 16 - 1969.

9 - PAPY F. 1979 - "Analyse du comportement des cultures de blé dur et d'orge dans différentes régions céréalières du Maroc à travers leur réaction aux variations interannuelles des régions pluviométriques". Acad. Agr. de France 31.1, 2131-247.

10 - SEBILLOTTE M. "Jachère, système de culture, système de production - Méthodologie d'étude" Journées d'étude "Agronomie - Sciences humaines". 5 - 6 juillet 1976 - INA Paris.

11 - VIS 1976 - "Déficit hydrique et rendement du blé en sec dans le Tadla" E.N.A. de Meknès.

22

Effets de la date de semis sur l'élaboration du rendement du blé tendre et de l'orge en zones semi-aride et aride (cas du Maroc atlantique).

JOUVE P., DAOUDI A.

Effets de la date de semis sur l'élaboration du rendement du blé tendre et de l'orge en zones semi-arides et arides (cas du Maroc atlantique)

P. JOUVE (1), A. DAOUDI (2)

RÉSUMÉ — Dans les zones semi-arides et arides du Maroc occidental, l'installation des céréales peut s'étaler sur deux à trois mois après l'arrivée des pluies. Compte tenu de la brièveté de la saison pluvieuse, on peut penser que tout retard des semis contribue à la faiblesse des rendements en accentuant les effets du déficit hydrique qui est systématique en fin de cycle. Pour tester cette hypothèse et vérifier l'intérêt d'une meilleure superposition du cycle cultural avec la saison pluvieuse, des essais de dates de semis échelonnées, portant sur l'orge et le blé tendre, ont été mis en place en zone semi-aride (Ben Ahmed) et en zone aride (Ben Guerrir). Trois périodes de semis ont été comparées : des semis précoces dès l'arrivée des pluies, des semis de saison après la levée des mauvaises herbes, et des semis tardifs un mois après. Ces essais ont montré en zone aride une nette supériorité des semis précoces aussi bien pour le blé tendre que pour l'orge. Par contre, en zone semi-aride, si les semis précoces sont nettement plus productifs pour l'orge, ce sont les semis de saison qui ont donné les meilleurs rendements en blé, du fait d'une forte concurrence des adventices en semis précoce. L'interprétation de ces résultats est faite à partir d'une étude comparée du développement et de l'élaboration du rendement du blé et de l'orge dans chacune des situations expérimentées. Cette étude permet de tirer un certain nombre de conclusions pratiques sur la conduite des céréales en zones arides et semi-arides.

Mots clés : Triticum vulgare, blé tendre, *Hordeum vulgare*, orge, aridité, date de semis, élaboration du rendement, phénologie, Maroc.

Sur les 4,5 millions d'hectares de céréales cultivés au Maroc, plus de 50 % sont localisés dans les zones semi-arides et arides, et plus particulièrement dans les plaines et plateaux qui s'étendent entre la chaîne de l'Atlas et l'océan Atlantique au sud d'une ligne Casablanca - Beni Mellal. Cette vaste région contribue pour près de 45 % à l'approvisionnement en grain du pays. Par ordre d'importance, les céréales qui y sont pratiquées sont : l'orge (51 %), le blé dur (20 %), le maïs (15 %) et le blé tendre (13 %). Alors que l'aire d'extension du maïs est strictement limitée par l'isohyète 300 mm, les autres céréales aux fonctions complémentaires se rencontrent, en proportions variables, dans toutes les zones semi-arides et arides.

Ces cultures céréalières sont essentiellement cultivées en « bour » c'est-à-dire que leur alimentation hydrique est strictement tributaire des précipitations. Celles-ci sont très variables d'une année à l'autre et leur hauteur moyenne décroît progressivement de 400 à 250 mm, suivant un gradient nord-sud (PAPY *et al.*, 1981).

Ces conditions pluviométriques constituent une première explication de la faiblesse des rendements (en moyenne 6,3 q/ha en zone aride et 8,5 q/ha en zone semi-aride) et de leur forte fluctuation interannuelle.

À ceci s'ajoute le fait que les techniques culturales sont souvent mal adaptées à ces contraintes climatiques, ce qui explique les écarts importants constatés entre les rendements obtenus par les meilleurs agriculteurs et ceux enregistrés en moyenne dans les mêmes conditions de milieu. Cet écart, de l'ordre de 50 %, fait apparaître une marge de progrès possible par l'amélioration culturale.

Or, dans un pays où le déficit céréalier ne cesse de s'accroître (de 5 millions de quintaux en 1971, il est passé à près de 30 millions de quintaux par an au cours des quatre dernières campagnes), la valorisation de cette marge de progrès apparaît comme un objectif de première importance. C'est dans cette perspective qu'un programme d'expérimentation a été entrepris par le Département d'agronomie de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II et la Direction de la mise en valeur agricole du ministère de l'Agriculture et de la Réforme agraire.

Ce programme, centré sur l'amélioration des techniques de culture des céréales d'hiver en zones semi-arides et arides, a débuté en 1976 et s'est poursuivi durant cinq campagnes agricoles. Un des thèmes de cette expérimentation a consisté à étudier l'effet de la date de semis sur l'élaboration du rendement du blé tendre et de l'orge.

Ce thème de recherche est né de la constatation que la brièveté de la saison pluvieuse (octobre à mars), jointe à la faiblesse des précipitations, entraîne un déficit hy-

(1) IRAT-GERDAT, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex, France.

(2) Ministère de l'Agriculture et de la Réforme agraire, Rabat, Maroc.

drique quasi systématique en fin de cycle, les effets de ce déficit étant d'autant plus accusés que le cycle est tardif.

Or, l'analyse de la pratique des agriculteurs (JOUVE, 1981) fait apparaître que les semis de céréales s'étalent sur deux à trois mois à partir du début de la saison pluvieuse et peuvent, de ce fait, se prolonger jusqu'en janvier, voire exceptionnellement jusqu'en février dans le cas d'une arrivée tardive des pluies, comme en 1975 par exemple.

Les raisons d'une telle pratique sont nombreuses, mais la principale est le sous-équipement de la majorité des agriculteurs qui les oblige à étaler les travaux d'installation de leurs cultures. Ainsi, ceux qui ne disposent que de la traction animale – et ils restent la majorité (80 %) – sont condamnés à attendre les pluies pour travailler le sol et ne peuvent ensuite ensemencer qu'un sixième à un quart d'hectare par jour de travail, suivant la puissance de leur attelage.

Compte tenu de cette situation, nous sommes partis de l'hypothèse que pour augmenter les rendements dans ces zones il faut améliorer la superposition du cycle cultural des céréales avec la période pluvieuse en avançant la date de semis. Ainsi, on peut espérer réduire la durée et l'intensité du déficit hydrique intervenant en fin de cycle.

Pour tester cette hypothèse, on a, durant les cinq campagnes d'expérimentation, comparé différentes positions de cycle induites par des dates de semis échelonnées. Ces comparaisons ont d'abord été faites dans le cadre de tests d'itinéraires techniques effectués chez les agriculteurs et dont les résultats ont donné lieu a plusieurs publications (JOUVE et BERRADA, 1979 ; JOUVE et EL BAGHATI, 1980). Ces tests ont été ensuite complétés par la mise en place en 1979-80 d'un dispositif d'essais permettant une analyse approfondie de l'effet de la date de semis sur le rendement du blé tendre et de l'orge.

Ce sont les résultats de ces essais qui seront présentés ici. Les contrôles du milieu et de la végétation auxquels ils ont donné lieu nous permettent en effet d'analyser plus en détail l'effet de la position du cycle sur la phénologie et l'élaboration du rendement de ces deux céréales.

Cette analyse agronomique a non seulement pour but de fournir des références sur le comportement de ces espèces dans les conditions d'aridité marocaine, mais aussi d'expliquer les différences de rendement résultant de la variation des dates de semis.

Dans le prolongement de cette analyse agronomique, une étude agro-climatique des relations entre le déficit hydrique et le rendement des céréales en zones semi-arides et arides marocaines a été effectuée (JOUVE, 1983).

Cette étude, qui fait l'objet d'une autre publication, est complémentaire de l'analyse agronomique en ce sens qu'elle permet d'estimer, au cours de la période 1950-1980, l'impact économique du déficit hydrique sur la production de blé et d'orge dans ces zones et de chiffrer les effets sur cette production de la variation des dates de semis.

Le but de ces deux études est de fournir les bases de nouvelles stratégies de culture des céréales minimisant les risques climatiques inhérents aux zones arides et semi-arides.

Matériel et méthode

Présentation des essais

Deux lieux d'expérimentation ont été retenus, le premier à Ben Ahmed représentatif de conditions de semi-aridité (pluviosité moyenne 390 mm), le second à Ben Guerrir en zone aride (pluviosité moyenne 226 mm).

Dans chacune de ces localités, deux essais ont été installés, un sur orge et l'autre sur blé tendre.

Les variétés choisies, 071 pour l'orge, Nesma 149 pour le blé, sont les variétés améliorées actuellement les plus cultivées par les agriculteurs ; ce sont également celles qui ont fait l'objet des expérimentations conduites les années précédentes.

Dans chacun de ces essais, la date de semis est le seul facteur de variation testé. Il a donné lieu à trois traitements correspondant à trois périodes de semis : semis précoce, semis de saison, semis tardif.

Plutôt que de fixer à priori des dates de semis échelonnées, ce qui, du fait de la variabilité de l'arrivée des pluies, a peu de sens du point de vue agronomique, nous avons préféré comparer trois types d'options en matière d'installation des céréales.

Le semis précoce correspond à l'installation de la culture dès l'arrivée des pluies, afin d'assurer la meilleure superposition possible entre le cycle cultural et la saison pluvieuse. Cette option, qui à la limite peut être assurée par un semis en sec, est assez fréquente pour l'installation de l'orge.

Le semis de saison correspond à l'installation de la culture après la levée des adventices, donc un certain temps après les premières pluies et une fois les pluies revenues afin de permettre la préparation du lit de semences et la levée. C'est le type de semis qui est privilégié par les agriculteurs pour l'installation du blé.

Le semis tardif correspond à une installation de la culture au-delà de décembre, soit en moyenne plus de deux mois après le début de la saison pluvieuse.

Dans la pratique, ces semis tardifs sont le fait d'agriculteurs sous-équipés n'ayant pu installer plus tôt la totalité de leurs céréales.

Compte tenu de ces options, les dates de semis effectivement comparées dans les quatre essais ont été celles indiquées dans le tableau I.

Il se trouve que les conditions pluviométriques de la campagne 1979-80 ont permis un décalage des semis de l'ordre d'un mois à partir de début novembre (cf. fig. 3). Toutes les parcelles ont été travaillées au chisel durant l'été, la reprise de ce travail a ensuite été faite au covercrop juste avant le semis.

Dans ces quatre essais, un dispositif en blocs randomisés avec quatre répétitions a été adopté ; les parcelles élémentaires avaient 825 m^2 à Ben Ahmed, 690 m^2 à Ben Guerrir.

Les conditions du milieu physique

On se référera à la figure 1.

Tableau I Dates de semis des 4 essais.

Période de semis	Zone semi-aride		Zone aride	
	Blé	Orge	Blé	Orge
Semis précoce S1	3-11	6-11	10-11	10-11
Semis de saison S2	4-12	4-12	5-12	5-12
Semis tardif S3	5-01	5-01	26-01	26-01

Les sols

Ben Ahmed : sol du type brun calcaire (« hamri ») de texture argilo-limoneuse reposant sur un horizon tuffeux plus ou moins induré ; la réserve utile est de l'ordre de 90 mm.

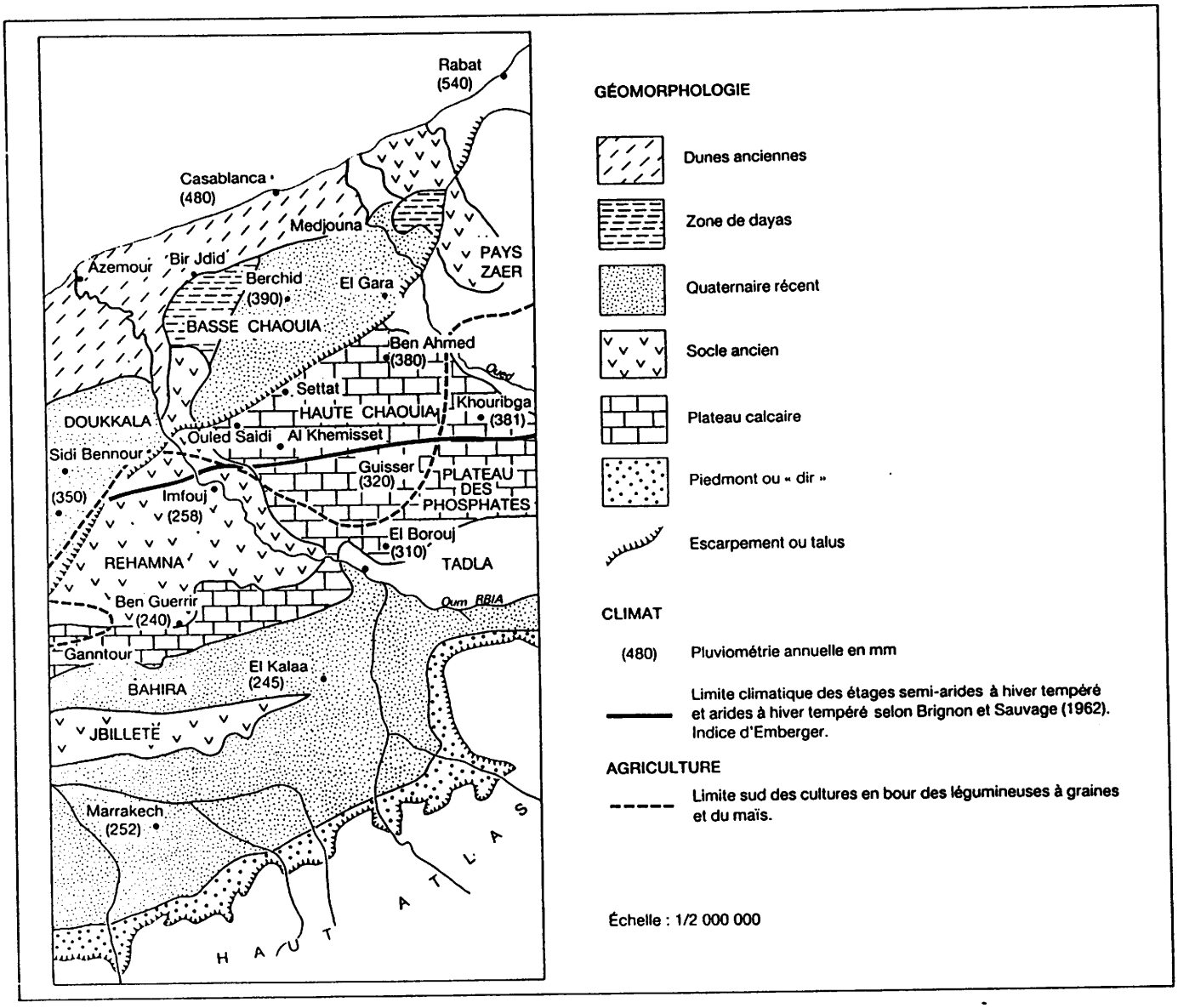


Fig. 1 : Situation des sites expérimentaux.

Ben Guerrir : lithosol sur schiste (« harch ») de texture limono-argileuse sur croûte calcaire à 40 cm ; réserve utile de 60 mm.

La pluviométrie

Comme le montre le tableau II, la pluviométrie de la campagne 1979-80 a été caractérisée dans les deux lieux d'expérimentation par une pluviosité totale proche de la moyenne, des pluies précoces et abondantes, une sécheresse en début d'hiver suivie d'une reprise au printemps.

Méthode

La mise en place d'un dispositif expérimental avec répétitions permet de donner une signification statistique aux différences de rendement entre traitements. Cependant, si l'on souhaite expliquer ces différences, il convient d'associer à l'analyse statistique une analyse agronomique permettant de comprendre comment, dans chaque situation, s'est élaboré le rendement.

Pour ce faire, les différentes composantes du rendement ont été mesurées au fur et à mesure de leur élaboration. En parallèle ont été contrôlés les facteurs et conditions du milieu influant sur l'élaboration de ces composantes.

L'interprétation de ces différentes données a été ensuite effectuée en fonction des connaissances que l'on a des relations entre la date de semis et l'élaboration du rendement du blé et de l'orge, schématisées dans la figure 2.

Tableau II Pluviométrie enregistrée à Ben Ahmed et Ben Guerrir.

Zones		Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Total annuel
Semi-aride (Ben Ahmed)	1979-80	0	132,4	6	17,1	66	24,7	98,2	21,7	10,2	376,3
	Moyenne	9	42	63	63	53	47	51	38	19	390
Aride (Ben Guerrir)	1979-80	32,9	90,5	0	6	14,4	35,5	51,2	5,9	3,2	239,6
	Moyenne	9	20	29	39	29	30	32	19	16	230

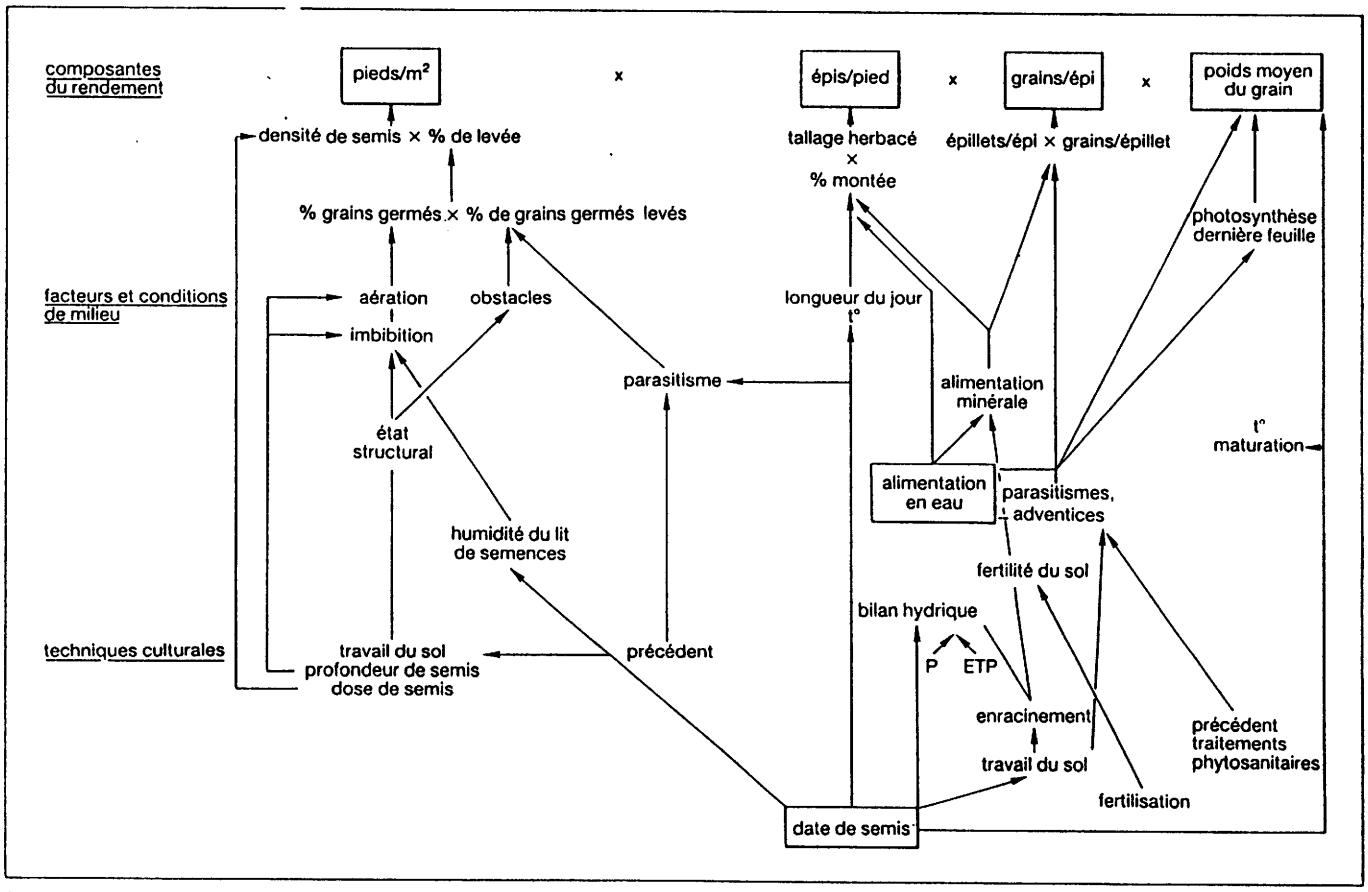


Fig. 2 : Schéma des relations date de semis-rendement.

Résultats et discussion

L'élaboration du rendement (fig. 2) étant sous la dépendance d'un certain nombre d'états du milieu, en particulier du salissement du sol, de son état hydrique et de la pression parasitaire, l'analyse agronomique des différences de rendement induites par les traitements (dates de semis) suppose la connaissance préalable de ces états du milieu.

Les états du milieu

Le salissement

Les essais ont fait l'objet d'un traitement herbicide (Certrol H) au stade tallage. Par la suite, des contrôles du taux de salissement des parcelles ont été effectués au stade fin montaison-début épiaison, à un stade où la culture est particulièrement sensible à la concurrence des adventices. L'estimation du salissement des parcelles s'est faite en évaluant le taux de recouvrement du sol par les mauvaises herbes (tabl. III).

Tableau III Taux de salissement par les adventices (en %).

Zones	Espèces et traitements					
	Blé tendre			Orge		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Semi-aride	60	60	60	3	26	25
Aride	6	10	8	10	8	6

S1 : semis précoce ; S2 : semis de saison ; S3 : semis tardif.

À Ben Ahmed, pour des raisons climatiques, l'efficacité des traitements herbicides a été très réduite ; aussi les taux de salissement y sont-ils essentiellement fonction de la date de semis et de l'espèce cultivée.

En semis précoce, les adventices ont levé en même temps que la culture ; dans ces conditions s'est pleinement manifestée la plus grande sensibilité du blé tendre, par rapport à l'orge, à l'envahissement par les mauvaises herbes. Cette caractéristique bien connue des agriculteurs et qui détermine en partie l'échelonnement de leurs semis, est due à la plus grande capacité de tallage de l'orge qui lui permet de couvrir rapidement le sol et de limiter ainsi la croissance des adventices.

À Ben Guerrir, on peut considérer que le contrôle des adventices, sans être total, a été correctement assuré.

L'état hydrique du sol

L'humidité du sol a été contrôlée par mesures gravimétriques à cinq dates successives de la campagne agricole. Les résultats de ces contrôles, effectués à cinq niveaux de profondeur de 0 à 40 cm, et répétés trois fois par traitement, ne présentent pas de différences significatives entre espèces cultivées ni entre dates de semis.

Si le premier résultat peut être compréhensible compte tenu de la grande similitude de développement du blé tendre Nesma 149 et de l'orge 071, par contre l'absence de différence entre dates de semis est plus surprenante.

Parmi les hypothèses que l'on peut invoquer pour expliquer un tel résultat, une des plus plausibles est le fait que les parcelles semées tardivement ont porté des mauvaises herbes jusqu'à l'installation de la culture ; de ce fait, elles ont évaporé l'eau du sol comme l'aurait fait un couvert végétal cultivé.

Ceci étant, l'absence de différence d'humidité du sol entre traitements à une date donnée ne signifie pas pour autant que les conditions d'alimentation hydrique ont été les mêmes pour toutes les dates de semis. En effet, comme nous le verrons par la suite (fig. 3), la position des stades de développement a été différente pour chaque traitement, si bien que les stades les plus sensibles au déficit hydrique (floraison, grossissement du grain) des différentes dates de semis n'ont pas bénéficié des mêmes conditions d'alimentation hydrique.

Les taux moyens d'humidité du sol figurant sur le tableau IV constituent donc des repères permettant de situer les périodes de déficit hydrique, à interpréter en fonction du déroulement de chaque cycle.

Si l'on prend comme seuil de déficit hydrique l'épuisement de la moitié de la réserve utile, les cultures ont subi un stress hydrique durant les périodes suivantes :

– à Ben Ahmed : de la deuxième décade de décembre à la première décade de janvier ; à partir de la deuxième décade d'avril ;

– à Ben Guerrir : de la deuxième décade de décembre à la première décade de février ; à partir de la première décade d'avril.

Maladies et prédateurs

Le blé tendre, en début de cycle, en particulier à Ben Ahmed, a fait l'objet d'attaques de fourmis et de passereaux qui ont affecté le pourcentage de levée.

Par ailleurs, le blé et l'orge ont subi des attaques sensibles de cécidomyie, comme l'indique le tableau V. Ces attaques ont eu des répercussions sur le taux de tallage herbacé.

En cours de végétation sont apparues, notamment pour la première date de semis en zone semi-aride, des attaques de *Septoria nodorum* sur blé tendre. Ce champignon s'est développé aussi bien sur les feuilles que sur les épis, provoquant une diminution de photosynthèse, une perte d'épillets et une réduction de l'accumulation des réserves dans les grains.

Tableau IV Évolution du taux d'humidité volumique du sol et du pourcentage de la réserve utile disponible au cours de la campagne 1979-80.

Horizons	Zone semi-aride						Zone aride				
	9-1	28-2	25-3	25-4	22-5	10-6	10-1	2-3	27-3	29-4	21-5
0-5	15,7	21,3	40	10,3	7,8	4,7	3,8	14,3	10,6	5,6	19,8
10	26,3	31,0	40,4	21,4	20,4	12,3	15,0	21,6	19,9	5,9	5,9
20	27,6	28,2	36,4	22,1	21,5	18,4	19,3	23,8	22,3	9,7	10,0
30	27,2	28,7	35,6	22,3	22,8	20,6	17,5	24,0	21,9	10,7	11,1
40	24,8	27,5	32,1	22,9	24,3	22,9	18,1	17,2	18,4	12,1	11,9
RU (%)	46	59	100	23	22	5	48	87	75	3	0
R (mm)	41,5	53	90	21	20	4,5	29	52,2	45	18	0

Tableau V Intensité des maladies et attaques parasitaires (% de pieds atteints).

Maladies	Zones	Orge			Blé tendre		
		S1	S2	S3	S1	S2	S3
Cécidomyie	Semi-aride	0	50	81	80	60	100
	Aride	38	0	81	17	16	43
Septoriose	Semi-aride	–	–	–	48	3	3
	Aride	–	–	–	4	2	1
Oïdium	Semi-aride	15	49	66	–	–	–
	Aride	33	27	33	–	–	–
Rouille	Semi-aride	26	21	22	–	–	–
	Aride	0	0	0	–	–	–

S1 : semis précoce ; S2 : semis de saison ; S3 : semis tardif.

Enfin, sur orge on a noté des attaques d'oïdium (*Erysiphe graminis*) et de rouille (*Pucinia glumarum*). Toutes ces attaques ont été plus accentuées en zone semi-aride.

Position des cycles et stades phénologiques

Les différentes positions du cycle cultural résultant de l'échelonnement des dates de semis ont entraîné des conditions de développement variables (température, longueur du jour, alimentation hydrique, etc.). Celles-ci se sont répercutées sur les dates d'apparition des stades de développement, comme le montre la figure 3, où pour les différentes situations culturales testées nous avons fait figurer la position dans le temps :

– du stade A, correspondant au début de différenciation de l'apex du brin maître et à l'apparition des premiers entre-nœuds et des ébauches d'épillets ;

– du stade B, caractérisé par l'apparition des ébauches de glumes ;

– de l'épiaison et de la floraison : stades E et F.

Pour donner à ces références phénologiques une portée plus générale, nous avons calculé en somme de degré-jour les durées des phases de développement du blé et de l'orge ainsi que les dates d'apparition des stades A, B, E et F.

Ce mode d'évaluation de la chronologie du développement permet de comparer les cycles entre eux ainsi qu'avec les normes établies au Maroc pour le blé tendre et l'orge suite aux travaux de LELIEVRE et PAPY (1977) et BAMOUH (1981) pour le blé tendre, BRICHA et NYOUBE (1981) pour l'orge.

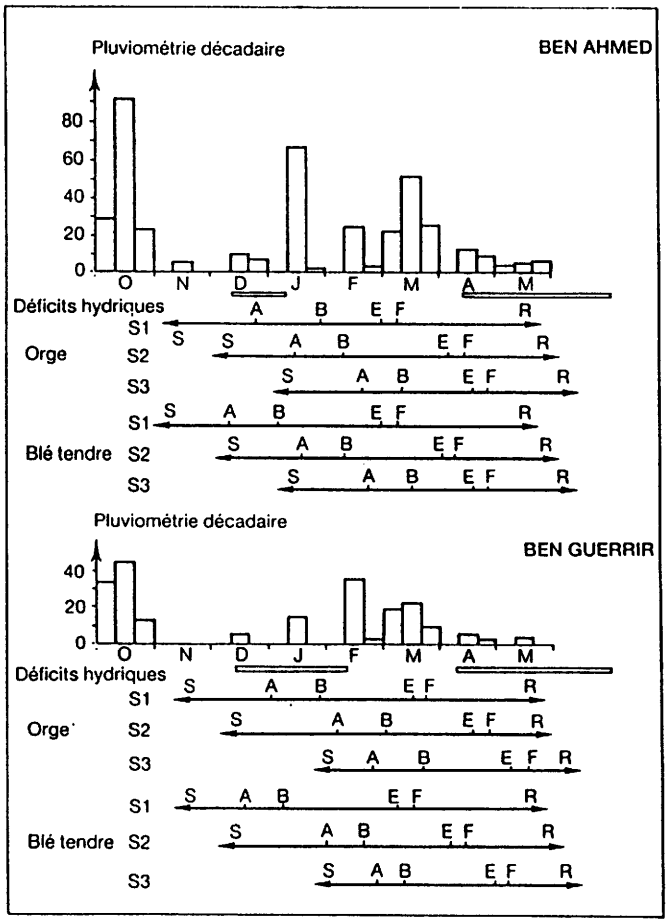


Fig. 3 : Positions respectives des cycles culturaux.

Les résultats de ces calculs, qui sont donnés dans le tableau VI, appellent les commentaires suivants :

– la chronologie du développement du blé tendre Nesma 149 est assez voisine de celle de l'orge 071 ; la sélection et la vulgarisation de nouvelles variétés de blé à cycle court a réduit et même supprimé l'avantage de précocité que l'on reconnaissait traditionnellement à l'orge ;

– la phase semis-levée est une des plus variables, sa durée dépendant des conditions de germination et de levée. En conditions sèches, particulièrement pour les semis précoces et de saison, en zone aride, cette durée peut être trois à quatre fois plus longue que celle constatée en conditions optimales.

L'apparition du stade A nécessite en principe une somme de températures qui diminue au-delà d'un seuil de photopériode (GRIGNAC, 1964 ; HOUDARD et BARLIER, 1978). Si ce schéma de développement se vérifie en conditions hydriques satisfaisantes, par contre il est profondément perturbé lorsque survient une période de sécheresse, comme l'ont montré LELIEVRE et PAPY (1977). Il se produit alors un retard du stade A qui peut être interprété comme un mode d'adaptation de la céréale à la sécheresse. C'est ce que nous avons constaté en zone aride pour les semis précoces et les semis de saison.

La phase A-B, durant laquelle se développent les talles et au terme de laquelle commence la montaison, a tendance à se réduire avec le retard du semis, ce qui diminue la capacité de tallage des cycles tardifs. Ce résultat est conforme à ce que l'on sait des conditions de réalisation du stade B. Celui-ci, en effet, intervient lorsque la durée du jour dépasse un seuil déterminé pour chaque espèce et variété, ce seuil étant lui-même en interaction avec la température (HOUDARD et BARLIER, 1978).

La durée de la montaison se réduit en zone semi-aride pour les cycles tardifs, tandis qu'elle se rallonge considérablement en zone aride. Cette différence de comportement est à relier aux conditions d'alimentation hydrique. Lorsque celles-ci deviennent très sévères, on assiste à un retard de l'épiaison pouvant aller jusqu'à l'avortement des épis.

La position des stades épiaison-floraison, particulièrement sensibles au déficit hydrique, se situe entre début mars pour les cycles précoces et le milieu d'avril pour les semis tardifs. Les trois mois de décalage des cycles au semis se sont donc réduits de moitié par suite d'une accélération du développement des cycles tardifs. Cette réduction du décalage entre les cycles n'a pas diminué pour autant les risques de déficit hydrique des semis de saison et tardif étant donné que le dessèchement du sol (cf. tabl. IV) est intervenu dès le mois d'avril, en zone semi-aride comme en zone aride, c'est-à-dire lors de la phase épiaison-floraison correspondant à ces semis.

Le rendement et ses composantes

La figure 4, où sont figurés les rendements en grain des différents traitements par espèce et par zone, fait apparaître une forte différence de productivité entre les zones semi-aride et aride et un effet positif significatif de l'avancement de la date de semis sur les rendements du blé comme de l'orge, à l'exception de la zone semi-aride où le rendement du blé tendre en semis précoce a été nettement plus faible que pour les autres dates.

Tableau VI Longueur en degré-jour des phases de développement.

Espèces	Zones	Dates de semis	Phases				Stades			
			Semis levée	Levée stade A	A-B	Montaison	A	B	E	F
Blé tendre (149)	Semi-aride	S1	165	285	235	645	450	685	1 330	1 460
		S2	180	220	265	630	400	665	1 295	1 415
		S3	250	275	225	555	525	715	1 270	1 400
	Aride	S1	310	210	250	770	520	770	1 540	
		S2	320	370	270	690	690	960	1 650	
		S3	240	160	190	820	400	590	1 410	
Orge (071)	Semi-aride	S1	315	185	250	465	500	750	1 215	
		S2	150	220	305	645	370	675	1 320	
		S3	190	305	195	520	495	690	1 210	
	Aride	S1	460	290	290	670	705	995	1 675	
		S2	320	450	320	695	770	1 090	1 785	
		S3	190	210	265	965	400	665	1 630	
Normes orge			100	215	370	630	315	685	1 315	1 425
Normes blé tendre			100	260	250	650	250	610	1 260	

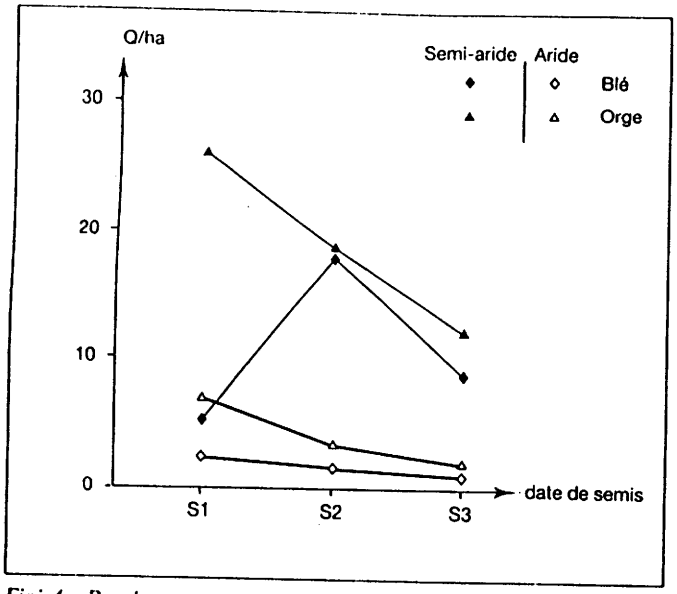


Fig. 4 : Rendement en grain en fonction des dates de semis.

Pour comprendre ces résultats, il est nécessaire de procéder à l'analyse de l'élaboration du rendement dans chacune des situations expérimentées.

Le rendement en grain

L'élaboration du rendement en grain du blé (tabl. VII) comme de l'orge (tabl. VIII) peut s'analyser comme étant le produit de trois composantes principales :

Peuplement épis	Fertilité de l'épi	Accumulation des réserves
Rdt = nb d'épis/m² ×	nb de grains/épi ×	poids du grain

Le peuplement épis

Le nombre d'épis au mètre carré est lui-même fonction de deux composantes secondaires :

- le peuplement pieds, qui dépend de la dose de semis et du pourcentage de levée ;
- le coefficient de tallage épi (CTE).

Dans les conditions pédo-climatiques marocaines, on considère en culture pluviale que le pourcentage de levée est satisfaisant lorsqu'il atteint 65 à 70 %.

Compte tenu de cette norme, seuls les semis précoces et de saison d'orge et les semis de saison de blé en zone semi-aride ont permis une bonne levée.

L'analyse des autres situations fait apparaître deux causes essentielles aux levées défectueuses : le déficit hydrique post-semis et les prédateurs.

Ainsi, tous les semis dont la phase germination-levée a coïncidé avec la sécheresse d'hiver ont eu une levée médiocre (cf. fig. 3). Cette sécheresse ayant été plus accusée en zone aride, les pourcentages de levée y sont plus faibles.

À cette première raison s'ajoute l'effet des prédateurs en début de cycle. De ce point de vue, le blé tendre s'est révélé beaucoup plus sensible que l'orge. On a constaté en effet que cette espèce était spécialement vulnérable aux attaques de fourmis qui déterrent les grains et détruisent les germes ainsi qu'aux attaques d'oiseaux qui sectionnent les jeunes tiges après la levée. L'absence de glumelles adhérant au grain et la finesse des jeunes plantules sont à l'origine de cette vulnérabilité particulière du blé. Ce sont ces attaques qui expliquent en particulier les peuplements pieds faibles du semis précoce à Ben Ahmed.

Le coefficient du tallage épi est le produit du coefficient de tallage herbacé (CTH) et du taux de montaison.

En zone aride comme en zone semi-aride les CTH enregistrés sont proches des normes admises : deux à trois pour le blé et quatre à cinq pour l'orge. On peut donc considérer que cette composante n'est pas à l'origine des fortes différences de rendements enregistrées entre situations. La formation des talles herbacées intervient durant la phase A-B ; on constate cependant que cette phase ne s'est pas toujours déroulée dans des conditions hydriques optimales, notamment pour les semis précoces. Par rapport à ce que l'on sait de l'élaboration de cette composante, un certain nombre d'anomalies sont à noter : à Ben Ahmed, le blé tendre a, en moyenne, plus tallé que l'orge, alors qu'en principe l'aptitude au tallage du blé tendre Nesma 149 est plus faible que celle de l'orge 071. Par ailleurs, certains semis tardifs ont un CTH particulièrement élevé, alors que le décalage des cycles réduit la phase A-B et donc la durée du tallage. Ces résultats s'expliquent essentiellement par les attaques de cécidomyie. Ce parasite, qui s'attaque généralement au brin maître, provoque une réaction de la plante qui se manifeste par une multiplication des talles secondaires. C'est ainsi qu'on a pu établir de bonnes corrélations dans les placettes d'observation entre le CTH et le taux d'attaque de cécidomyie. Cet effet du parasite pourrait être considéré comme bénin - voire bénéfique - si en même temps il ne causait la disparition de nombreux pieds.

Si le tallage herbacé a été satisfaisant, par contre, la montaison a été très inégale entre les différentes situations. Si l'on admet comme norme de CTE 1,5 à 1,7 pour le blé tendre et 1,9 à 2,1 pour l'orge, on voit qu'aucune situation n'atteint ces normes. Ce sont les semis de saison et tardifs de blé comme d'orge en zone aride qui ont les CTE les plus médiocres ; le tallage épi a également été faible pour les semis précoces de blé en zone semi-aride.

Il est intéressant de rapprocher ces résultats des pourcentages de pieds improductifs, c'est-à-dire de pieds qui n'ont pas monté ou qui, ayant monté, n'ont pas donné d'épi récoltable. On voit que ce phénomène a fortement joué sur le niveau du tallage épi. Reste à expliquer les causes de cette mauvaise montaison-épiaison.

Tableau VII Élaboration du rendement du blé tendre.

Zones		Semi-aride			Aride		
Dates de semis		S1	S2	S3	S1	S2	S3
Rendements (q/ha)	grain	5,4	18,3	8,6	2,6	1,5	1,1
		CV = 24 % $S_2>S_3\equiv S_1$ xxx			CV = 35 %		
	paille	11,1	20	17,4	5,7	4,9	2,7
		CV = 18 % $S_2\equiv S_3>S_1$ xx			CV = 27 %		
Composantes du rendement (normes)							
Pieds par m^2		180	271	121	121	147	160
% levée		54	81	36	47	57	62
Épis par m^2		130	265	139	159	44	46
CTH (2 à 3)		3,86	2,36	5	2,62	2,77	2,11
% montée		19	42	23	44	11	14
CTE (1,5 - 1,7)		0,72	0,98	1,15	1,15	0,30	0,29
Épillets fertiles par épi (15 - 17)		8,9	11,5	11,6	7,3	6,9	7,9
Grains par épillet (1,8 - 2)		1,4	1,5	1,6	1,4	1,4	1,3
Grains par épi		12,4	17,6	18,9	5,11	9,11	10
Grains par m^2		1 612	4 656	2 622	710	434	459
Poids 1 000 grains (50 - 55)		33,4	39,3	32,8	36,8	33,7	25,1
États du milieu							
Salissement adventices (%)		60	20	20	4	12	6
Cécidomyie (%)		80	60	100	17	16	44
Septoriose (%)		41	3	3	4	2	1
Pieds improductifs (%)		56	29	44	27	79	86

xxx très hautement significati ; xx hautement significatif ; x significatif.

De nombreux travaux de recherche (ASPINAL *et al.*, 1964 ; SLABOWSKI, 1961) ont mis en évidence que la période où le blé et l'orge sont les plus sensibles à la sécheresse se situe vers la fin de la montaison et au début de l'épiaison. Les principales conséquences de cette sécheresse sont la diminution de grains par épi par suite d'une inhibition des primordias et la réduction du tallage épi.

Or, il se trouve que pour les semis de saison et tardifs en zone aride cette phase fin montaison-début épiaison a coïncidé avec la période de déficit hydrique qui a débuté dès la seconde décade d'avril. Par contre, pour les semis précoces, cette même phase a pu se dérouler avant le dessèchement du sol, ce qui a permis l'obtention de CTE nettement supérieurs, 1,20 en moyenne pour S1, contre 0,40 pour S2 et S3.

Par contre, le faible CTE enregistré pour le semis précoce du blé en zone semi-aride ne peut s'expliquer par cette raison. Il est plutôt à relier à l'infestation par les mauvaises herbes (taux de recouvrement du sol de 60 % à la montaison). Celles-ci, en concurrençant la culture, notamment pour l'eau, ont fortement affecté la montaison, entraînant un taux particulièrement élevé de pieds improductifs (56 %).

La fertilité de l'épi

Le nombre de grains par épi est déterminé par le nombre d'épillets fertiles par épi et pour le blé par le nombre de grains par épillet.

Dans deux situations seulement (S1, et S2, pour l'orge en zone semi-aride), on enregistre des niveaux de fertilité de l'épi proches des normes variétales habituellement admises. Dans les autres situations, la diminution de cette fertilité est due à plusieurs causes.

La plus importante est le déficit hydrique intervenu durant la phase floraison-épiaison, phase pendant laquelle ce déficit entraîne un avortement des épillets et une stérilisation des fleurs par suite d'une réduction de la viabilité du pollen et une diminution de la réceptivité des stigmates (ASPINAL, 1964 ; MARGHI et MOUGHLI, 1977). Cette première cause explique la faible fertilité des épis des semis de saison et tardifs en zone aride et des semis tardifs en zone semi-aride.

Quant à la faible fertilité des épis de blé du traitement S1, elle est en grande partie la conséquence d'une maturation plus précoce qui a aggravé les attaques de moineaux à la récolte. Ces attaques ont à la fois diminué le nombre

Tableau VIII Élaboration du rendement de l'orge.

Zones		Semi-aride			Aride		
Dates de semis		S1	S2	S3	S1	S2	S3
Rendements (q/ha)	grain	26,1	18,7	11,8	7,2	3,6	1,6
		CV = 24 % $S_1 S_2 S_3$ xxx			CV = 28 %		
	paille	33,5	22,2	18	11,4	10,7	8,1
		CV = 9 % $S_1 > S_2 > S_3$ xxx			CV = 14 % $S_1 \equiv S_2 > S_3$		
Composantes du rendement (normes)							
Pieds par m²		165	142	115	76	101	114
% levée		79	68	55	29	55	62
Épis par m²		224	155	145	95	59	44
CTH (3 - 4)		3,5	3,65	3,33	4,8	2,4	3
% montée		39	30	38	26	24	13
CTE (1,2 - 2,1)		1,36	1,09	1,26	1,25	0,58	0,39
Grains par épi (25 - 30)		28,1	27,7	22	20,8	17,2	13
Grains par m²		6 289	4 299	3 089	1 973	1 014	571
Poids 1 000 grains (45 - 50)		41,5	43,5	37	36,3	37,8	27,7
États du milieu							
Salissement adventices (%)		3	26	25	15	15	4,5
Cécidomyie (%)		0	50	81	38	0	81
Oïdium (%)		15	69	66	33	27	33
Rouille (%)		26	21	22	–	–	–
Pieds improductifs (%)		14	25	24	15	42	61

xxx très hautement significatif ; xx hautement significatif ; x significatif.

d'épillets fertiles et le nombre de grains par épillet. On peut également penser que l'infestation par les mauvaises herbes de S1 en zone semi-aride et le peuplement épis élevé de S1 en zone aride ont aussi contribué à diminuer cette fertilité des épis.

Le poids des grains

Cette dernière composante est sous l'influence directe des conditions de transfert et d'accumulation des réserves dans les grains, conditions liées entre autres à l'activité photosynthétique de la dernière feuille. Le statut hydrique de la plante joue un rôle déterminant sur ces processus et explique la baisse de cette composante au fur et à mesure du décalage des cycles et en fonction du salissement de la culture.

En zone aride, les poids des grains obtenus en semis tardifs sont inférieurs de moitié aux normes variétales. À noter également que les maladies foliaires du type septoriose sur blé tendre, rouille et oïdium sur orge ont contribué à la réduction du poids des grains, particulièrement en zone semi-aride.

Le rendement en paille

En zone semi-aride aussi bien qu'en zone aride, la production de paille est fortement valorisée comme nourriture pour les animaux pendant la longue période estivale d'arrêt de la végétation. Aussi est-il nécesaire de la prendre en compte dans l'appréciation de la productivité des différentes situations culturales expérimentées.

D'une façon générale la production de paille, quels que soient l'espèce et le lieu, est supérieure à la production de grain, mais le rapport paille/grain n'est cependant pas constant d'une situation à l'autre. Pour le blé tendre, il passe de 1,5 en zone semi-aride à 2,05 en zone aride et de 1,3 à 1,87 pour l'orge, confirmant la tendance d'une augmentation de ce rapport avec l'aridité déjà notée dans d'autres essais d'aridoculture (JOUVE et BERRADA, 1979).

En zone semi-aride, la corrélation paille-grain est significative pour les deux espèces. Le coefficient de corrélation est pour le blé tendre de 0,85 (après avoir éliminé l'effet bloc), pour l'orge de 0,94.

Cette corrélation traduit la liaison existant entre la production végétative et la production de grain qui a souvent été constatée pour ces céréales (BAMOUH, 1980).

Dans les conditions des essais effectués à Ben Ahmed, cette corrélation peut s'expliquer par l'effet du déficit de décembre survenu lors des premières phases de la culture et qui a affecté à la fois la production de matière sèche et l'initiation des épis et des épillets.

En zone aride, cette liaison paille-grain se vérifie également ; les coefficients de corrélation pour le blé tendre et l'orge sont respectivement de 0,77 et 0,71 une fois éliminée l'influence du dispositif.

En conclusion, il ressort de cette analyse de l'élaboration du rendement que le peuplement épis a joué un rôle déterminant dans la différenciation des rendements entre traitements.

La corrélation entre le rendement et le peuplement épis calculée pour les différents traitements, une fois éliminé l'effet bloc, est significative pour le blé comme pour l'orge.

En zone semi-aride, les coefficients de corrélation sont de 0,93 pour le blé, 0,84 pour l'orge, tandis qu'en zone aride ils sont respectivement de 0,93 et 0,95.

La variation du peuplement épis a résulté essentiellement d'une montaison très différente suivant les situations pouvant aboutir dans certains cas à des taux de pieds improductifs supérieurs à 80 %.

Les facteurs du milieu qui sont à l'origine de cette forte différenciation des peuplements épis sont en premier lieu le déficit pluviométrique qui s'est manifesté dès le mois d'avril, et pour une situation le taux de salissement par les mauvaises herbes.

Dans les deux cas, la technique qui a déterminé l'influence de ces contraintes de milieu sur le rendement final est la date de semis. Les conséquences du dessèchement du sol au printemps ont été d'autant plus accusées que le cycle était tardif et le salissement du blé tendre en zone semi-aride s'est révélé être un risque inhérent à cette espèce en semis précoce.

Conclusion

Les résultats de ces essais d'échelonnement des dates de semis confirment ceux enregistrés les années précédentes dans les tests effectués en milieu paysan, qui avaient révélé une supériorité des semis précoces particulièrement en zone aride, moins systématiquement en zone semi-aride.

Ils justifient également les stratégies de culture des agriculteurs que nous avons analysées dans les enquêtes conduites en parallèle à ces expérimentations.

En zone semi-aride, les agriculteurs sèment systématiquement l'orge en premier, attendant la levée des mauvaises herbes pour implanter le blé. Par contre, en zone aride ils s'efforcent de semer les blés et les orges le plus tôt possible. Au-delà de ces confirmations, plusieurs conclusions peuvent être tirées de ces essais.

Du point de vue agronomique, il apparaît que la plus grande aptitude de l'orge par rapport au blé à valoriser des semis précoces est due à une couverture plus rapide du sol. Celle-ci lui permet de surmonter la concurrence des mauvaises herbes qui, en semis précoce, lèvent en même temps que la culture et ne peuvent donc être détruites au préalable par les travaux du sol. À cette caractéristique, due à un tallage plus élevé et une vigueur plus grande des jeunes plantules, il faut ajouter aussi la moins grande vulnérabilité de l'orge aux prédateurs. Après la longue saison sèche estivale, les premiers semis sont en effet très exposés aux attaques de fourmis et d'oiseaux.

D'une façon plus générale, la plus grande productivité de l'orge en zone aride et semi-aride – alors que le potentiel variétal du blé 149 est supérieur à celui de l'orge 071 – s'explique par une perte de pieds plus faible au cours de la végétation.

Nos essais ont mis en évidence l'importance de ce phénomène qui pose en termes nouveaux l'obtention d'un peuplement pieds optimum. Partant de la corrélation peuplement pieds-rendement souvent constatée à la récolte pour les céréales du Maroc (FENECH et PAPY, 1977), il a été proposé d'améliorer le pourcentage de levée pour augmenter le peuplement pieds. Or, il semble qu'il faille aussi se préoccuper d'assurer la survie et la productivité des pieds levés. Il est assez remarquable de constater que dans toutes les situations expérimentées, même celles ayant eu un pourcentage de levée moyen ou faible, il s'est produit une régression du nombre de pieds initial. Cette régression entraîne une baisse d'efficience de la culture dans la valorisation de ressources en eau limitées. L'analyse de nos résultats montre qu'en plus de l'aridité du climat, qui ne peut être modifiée, mais dont les effets s'accentuent avec le décalage du cycle, les mauvaises herbes et le parasitisme constituent des causes non négligeables de pertes de pieds.

En ce qui concerne le blé, sa mauvaise adaptation au semis précoce, dans les conditions de culture actuelles, constitue un handicap important à une meilleure valorisation des précipitations et du potentiel génétique des nouvelles variétés. Les causes de ce handicap ont été clairement mises en évidence dans nos essais : infestation par les adventices, forte pression parasitaire, attaques de moineaux à la récolte. Reste à s'interroger sur les moyens permettant de remédier à ce handicap.

Le contrôle des adventices pour les semis effectués en début de saison pluvieuse ne pouvant être assuré par le travail du sol, on est contraint de recourir aux herbicides. Encore faut-il qu'ils soient efficaces, ce qui, compte tenu de la flore et des conditions pluviométriques des zones arides et semi-arides, est loin d'être assuré actuellement.

Une intensification des recherches dans ce sens est donc à entreprendre.

La pression parasitaire (cécidomyie, septoriose, etc.) peut être fortement diminuée si l'on évite la culture continue de céréales en adoptant des successions faisant alterner des légumineuses à graines, voire du maïs, avec les céréales. Cette pratique n'est malheureusement guère possible en zone aride ; par contre, en zone semi-aride, où elle est traditionnelle, elle doit être maintenue et encouragée contre la tendance à la monoculture céréalière qui se développe dans les microfundia et les grandes exploitations.

Quant aux attaques de moineaux, leur impact est inversement proportionnel à l'étendue des semis précoces ; elles devraient donc diminuer avec l'extension de ceux-ci, mais la sélection de blés barbus résistants à l'égrenage peut aussi contribuer à réduire ces dégâts.

Enfin, il paraît important de souligner que le fait de devoir modifier les autres techniques pour rendre possible et profitable l'avancement des semis constitue une bonne illustration de la pertinence de la notion d'itinéraire technique (SEBILLOTE, 1978), qui traduit la nécessité de raisonner de façon cohérente la suite des opérations techniques intervenant dans la conduite d'une culture.

Sur le plan plus général des stratégies de culture à promouvoir pour améliorer la production céréalière des zones arides et semi-arides, l'enseignement principal de ces essais est incontestablement le manque à gagner qu'entraîne le retard des semis. Entre les meilleurs cycles et les moins bons, l'écart de productivité est dans un rapport de trois à un. Peu de techniques, que ce soit l'amélioration variétale ou la fertilisation, ont dans ces conditions un tel impact sur le rendement ; c'est dire l'importance que revêt le choix judicieux de la période de semis.

De ce point de vue, ce qui ressort nettement de nos essais et de ceux qui les ont précédés c'est la nécessité de raccourcir la période des semis. En effet, plus que l'adoption systématique de semis précoces – qui, comme nous l'avons vu, posent des problèmes particuliers pour les blés – ce qui apparaît comme indispensable c'est la suppression des semis tardifs. En effet, quelles que soient l'espèce cultivée et les conditions d'aridité, ces semis sont nettement moins productifs.

Supprimer les semis tardifs, cela suppose de semer plus tôt, plus vite, de travailler une partie des sols en sec avant l'arrivée des pluies, d'améliorer la préparation du sol pour assurer une levée correcte dans des conditions d'humectation des graines plus aléatoires.

Seul le recours plus systématique à la mécanisation permettra d'atteindre ces objectifs. Grâce en partie aux recherches en aridoculture, l'administration de l'agriculture a pris conscience de cet impératif et des mesures ont été prises en conséquence.

La difficulté, dans ce domaine, est de promouvoir des formes de mobilisation de la mécanisation qui, tout en assurant une augmentation de productivité de la terre, n'accentuent pas les disparités sociales et l'exode rural.

Reçu le 16 septembre 1983.
Accepté le 10 mai 1984.

Références bibliographiques

ASPINAL D., NICHOLS P.B., MAY L.H., 1964. The effects of soil moisture on growth of barley. Austr. J. Agric., 15 : 729-745.

BAMOUH A., 1981. Effets d'une sécheresse en début de cycle sur l'élaboration du rendement du blé tendre Nesma 149. Mémoire de 3e cycle, IAV Hassan II, Rabat, 125 p.

BRICHA F., NYOUBE B., 1981. Effets de stress hydriques sur le comportement de l'orge (périodes végétatives et de reproduction). Mémoire de 2e cycle, ENA Meknès, 40 p.

FENECH J., PAPY F., 1977. Conditions de réussite de la levée en climat méditerranéen. Ann. Agron., 28 (6) : 599-635.

GRIGNAC P., 1964. Contribution à l'étude de *Triticum durum*. Thèse d'État, université de Toulouse, 221 p.

HOUDARD Y., BARLIER J., 1978. Influence de la date de semis sur le développement et le rendement du blé dans l'est de la France. Versailles, CNRA, 37 p.

JOUVE P., BERRADA A., 1979. Résultats d'expérimentation en aridoculture. Maroc Agric., (113) : 20-24.

JOUVE P., EL BAGHATI H., 1980. Compte rendu d'essais sur les techniques de culture de l'orge et du blé tendre en aridoculture. Rabat, IAV-Direction de la mise en valeur, 39 p.

JOUVE P., 1983. Relation entre déficit hydrique et rendement potentiel du blé tendre et de l'orge en milieu aride. Montpellier, IRAT-GERDAT, 19 p.

JOUVE P., PAPY F. Les systèmes de culture dans les zones semi-arides et arides du Maroc occidental. Rev. Geogr. Maroc (*à paraître*).

LELIEVRE F., PAPY F., 1977. Observation au champ des premiers stades de développement du blé dur en conditions d'alimentation hydrique et azotée déficientes. C.R. Acad. Agric. Fr., 13 : 879-886.

MANICHON H., 1983. Experimental bases of dry farming techniques in arid and semi-arid zones. *In* : 17e Colloque de l'Institut International de la Potasse, Berne, IIK. Rabat, Maroc, p. 143-152.

MARGHI M., MOUGHLI E., 1977. Effets du déficit hydrique sur les composantes du rendement du blé. Étude bibliographique. Rabat, IAV, 27 p.

PAPY F., LELIEVRE F., 1979. Les pratiques de céréaliculture dans une région à climat aride de type méditerranéen : la plaine de Ben Guerrir. Rev. Géogr. Maroc, (3) : 23-41.

PAPY F., OUSSIBLE M., JOUVE P., 1981. Les contraintes pédoclimatiques à l'exploitation agricole des zones semi-arides et arides du Maroc occidental. Rev. Géogr. Maroc, (5) : 121-133.

SEBILLOTE M., 1978. Itinéraires techniques et évolution de la pensée agronomique. C.R. Acad. Agric. Fr., 11 : 906-913.

SLABOWSKY H., 1961. Investigation on drought resistance of spring wheat varieties. Field Crop Abstr., 1594 (4) : 14.

Summary

JOUVE P., DAOUDI A. . – **Sowing date effects on the yield components of soft wheat and barley in arid and semi-arid areas.**

In the semi-arid and arid areas of West Morocco, cereals establishment can spread over two to three months after the coming of rains.

On account of a short wet season, it can be expected that any delay in sowing contributes to poor yields in increasing the effects of a water deficit systematic at the end of the cycle.

To test the hypothesis and verify the interest of having a better coincidence of the cultural cycle with the wet season, trials on staggered sowing dates for barley and soft wheat were established in a semi-arid (Ben Ahmed) and arid area (Ben Guerrir).

Three sowing times were compared : early sowing as soon as rains fall, mid-season sowing after weed emergence and late sowing one month later.

These trials showed that early sowing were markedly better both for soft wheat and barley in the arid area.

In the semi-arid area, if barley was much more producive when sown early, mid-season sowings of wheat produced the best yields because weed competition was strong when wheat sowings were early.

Results are interpreted from a comparative study of the development and yield components of wheat and barley in each tested situation. From it a number of practical conclusions on cereals crop management in arid and semi-arid areas can be drawn.

Key words : *Triticum vulgare*, soft wheat, *Hordeum vulgare*, barley, aridity, sowing dates, yield components, phenology, Morocco.

Resumen

JOUVE P., DAOUDI A. – **Efectos de la fecha de siembra sobre la elaboración del rendimiento del trigo candeal y de la cebada en zonas semi-áridas y áridas.**

En las zonas semi-áridas y áridas del Oeste de Marruecos, la instalación de los cereales puede escalonarse a lo largo de los dos o tres meses consecutivos a la llegada de las lluvias.

Dada la brevedad de la estación lluviosa, cabe pensar que el menor retraso de las siembras contribuye a disminuir los rendimientos, acentuando los efectos del déficit hídrico que es sistemático al final del ciclo.

Para comprobar esta hipótesis y justificar el interés de una mejor superposición del ciclo de cultivo con la estación de lluvias, se han realizado ensayos de fechas de siembra escalonadas relativos a la cebada y al trigo candeal en zona semi-árida (Ben Ahmed) y en zona árida (Ben Guerrir).

Se han comparado tres períodos de siembra : siembras tempranas nada más llegar las lluvias, siembras de temporada después de la emergencia de las malas hierbas y siembras tardías un mes después.

Estos ensayos han revelado, en zona árida, una neta superioridad de las siembras tempranas, tanto en lo que se refiere al trigo candeal como en lo que se refiere a la cebada.

En cambio, en zona semi-árida, aunque las siembras tempranas son netamente más productivas en el caso de la cebada, las siembras de temporada son las que han proporcionado los mejores rendimientos de trigo, debido a una fuerte competencia de las adventicias en siembra temprana.

Estos resultados se interpretan a partir de un estudio comparado del desarrollo y de la elaboración del rendimiento del trigo y de la cebada en cada una de las situaciones experimentadas. Este estudio permite sacar cierto número de conclusiones prácticas acerca del manejo de los cereales en zonas áridas y semi-áridas.

Palabras-clave : *Triticum vulgare*, trigo candeal, *Hordeum vulgare*, cebada, aridez, fecha de siembra, elaboración del rendimiento, fenología, Marruecos.

23

Relation entre déficit hydrique et rendement des céréales (blé tendre et orge) en milieu aride.

Philippe JOUVE

Relation entre déficit hydrique et rendement des céréales (blé tendre et orge) en milieu aride

P. JOUVE (1)

RÉSUMÉ — Le déficit hydrique constitue le principal facteur limitant les rendements des cultures de céréales en zones arides et semi-arides marocaines. Pour évaluer l'impact de ce déficit sur la production potentielle de ces zones, on a établi pour un certain nombre de parcelles expérimentales de blé tendre et d'orge la liaison déficit hydrique - rendement. Le déficit hydrique a été évalué à l'aide d'un modèle de simulation du bilan hydrique des cultures, et les rendements pris en considération correspondent aux meilleurs niveaux de production obtenus dans chacune des situations pédoclimatiques considérées. À partir de cette liaison, on a ensuite calculé, pour deux stations climatiques représentatives des zones arides et semi-arides, les rendements potentiels d'une série de campagnes agricoles comprises entre 1950 et 1982 en fonction du bilan hydrique de chaque campagne et de trois périodes de semis échelonnées sur deux mois. Les résultats obtenus permettent d'analyser la variabilité intra- et inter-zones des rendements et la marge de progrès possible entre les rendements potentiels et ceux obtenus par les agriculteurs.

Mots clés : Triticum vulgare, blé tendre, *Hordeum vulgare*, orge, aridité, bilan hydrique, rendements potentiels, Maroc.

Une des questions centrales à laquelle l'agronome se trouve confronté est de savoir dans quelle mesure il est possible d'atténuer les contraintes pluviométriques par une meilleure adaptation des techniques culturales.

Cette question revêt une importance considérable dans les régions où les pluies sont à la fois rares et aléatoires. Dans ces régions, le déficit hydrique est incontestablement le facteur limitant principal du rendement ; de plus, sa variabilité interannuelle est très forte, d'autant plus forte que l'aridité s'accroît.

Aussi n'est-il pas sans intérêt dans ces zones d'évaluer l'impact de ce déficit hydrique sur les rendements et d'estimer la production potentielle permise par le climat compte tenu du capital technologique disponible.

C'est ce que nous avons cherché à faire pour les zones semi-arides et arides du Maroc occidental, dont plus de 90 % des surfaces cultivées sont consacrées à la culture des céréales et qui représentent près de la moitié du domaine céréalier du pays (1 950 000 hectares).

(1) IRAT-GERDAT, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex, France.

En confrontant ce potentiel avec la production effective, il est alors possible d'évaluer la marge de progrès possible que permettrait la généralisation des meilleures techniques existantes. De ce point de vue, notre étude s'inscrit en continuité avec celles déjà entreprises dans ce sens à l'occasion de la préparation des plans de développement de l'agriculture marocaine.

Un autre objectif de ce travail consiste à évaluer la fluctuation des rendements due aux aléas pluviométriques. Cette fluctuation est en effet une des causes principales de déstabilisation des exploitations, voire de leur disparition, cette sensibilité aux aléas s'étant accentuée avec l'entrée progressive des sociétés rurales dans l'économie marchande.

Enfin, au-delà du constat, nous souhaitons contribuer à définir de nouvelles stratégies de culture adaptées aux contraintes climatiques des zones semi-arides et arides. C'est pourquoi, dans la continuité des expérimentations entreprises sur la variation de la date de semis, nous avons évalué, sur une longue période, la productivité et l'intérêt économique de différentes positions du cycle cultural. De ce point de vue, cette étude est complémentaire de l'analyse agronomique qui a été faite de ces expérimentations (JOUVE et DAOUDI, 1983).

Matériel et méthodes

Démarche d'étude

L'estimation du déficit hydrique des cultures a été faite en utilisant le modèle de bilan hydrique informatisé mis au point par FOREST (1980) à la suite des travaux de FRANQUIN et FOREST (1977).

La relation déficit hydrique - rendement a été construite à partir d'un échantillon de situations culturales de référence (dix pour l'orge, huit pour le blé tendre) ayant bénéficié de conditions pluviométriques variées. Ces situations correspondent aux meilleurs rendements obtenus sur les parcelles expérimentales mises en place chez des agriculteurs dans le cadre du programme d'aridoculture conduit conjointement par le Département d'agronomie de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II et la Division de la mise en valeur du ministère de l'Agriculture. Dans ces parcelles, compte tenu du matériel

végétal et de la technologie employés, on peut considérer que le facteur limitant essentiel a été le déficit hydrique.

Sur la base de ces données expérimentales, une liaison a pu être établie entre le rendement des cultures et le taux de satisfaction de leurs besoins en eau, calculés à l'aide du modèle de bilan hydrique.

Ce même modèle de simulation du bilan hydrique a ensuite été utilisé pour évaluer le déficit hydrique des cultures de blé et d'orge dans deux situations climatiques, l'une à Settat (P = 390 mm) représentative de la zone semi-aride, l'autre à Ben Guerrir (P = 230 mm) représentative de la zone aride. Cette évaluation a été faite sur la période 1950-1981, et, compte tenu des données climatiques disponibles, sur 20 campagnes agricoles à Settat, 24 à Ben Guerrir.

À partir de la liaison établie préalablement entre déficit hydrique et rendement, nous avons calculé le potentiel de production de ces zones au cours de ces différentes campagnes.

Pour tenir compte de l'étalement de la période de semis d'octobre à janvier, et en même temps pour juger de l'impact de positions de cycle décalées dans le temps, nous avons calculé ce potentiel pour trois périodes de semis échelonnées.

Méthode d'évaluation du déficit hydrique

Le modèle de bilan hydrique utilisé pour évaluer le taux de satisfaction en eau des cultures est fondé sur le calcul par période (i) du bilan hydrique, dont l'équation générale s'écrit :

$P(i) = R(i) + DR(i) + ETR(i) \pm \Delta RS$

P = pluviosité

R = ruissellement

ETR = évapotranspiration réelle

ΔRS = variation de la réserve hydrique du sol.

Dans le cadre de notre étude, nous avons adopté une périodicité décadaire et considéré que les remontées capillaires et le ruissellement étaient négligeables. Cette dernière approximation n'est toutefois valable que pour les situations caractérisées par une topographie plane et un régime modéré des pluies, ce qui est le cas de la majeure partie des zones arides et semi-arides du Maroc occidental. En dehors de ces conditions, le ruissellement n'est plus négligeable, mais nous ne disposons pas encore de données objectives pour le paramétrer.

Au cours d'une décade, le drainage n'intervient que lorsque, en fin de décade précédente, le cumul de la pluviométrie P (i) et de la réserve RS (i − 1) est supérieure à la valeur de la réserve utile du sol RU. Dans ce cas, le modèle donne la valeur du drainage :

$$DR(i) = P(i) + RS(i-1) - RU.$$

Dans le cas inverse, aucun drainage ne se produit, et le bilan hydrique pour la période considérée s'écrit :

$$ETR(i) = P(i) + RS(i-1).$$

Pour établir ce bilan, le modèle détermine l'ETR de la période en utilisant la relation d'EAGLEMAN (1971), qui estime l'évaporation réelle de la culture en fonction de son ETM et de l'humidité relative du sol (HR).

$$ETR = 0{,}732 - 0{,}05\ ETM + (4{,}97\ ETM - 0{,}661\ ETM^2)\ HR - (8{,}57\ ETM - 1{,}56\ ETM^2)\ HR^2 + (4{,}35\ ETM - 0{,}88\ ETM^2)\ HR^3.$$

HR est calculé par réitération en fonction du stock d'eau résiduel provenant de la décade précédente et de la pluie de la décade considérée.

Les paramètres nécessaires au fonctionnement du modèle sont de trois types : climatiques, pédologiques et agroclimatiques.

Les données climatiques.

Les régimes pluviométriques des deux stations considérées, Settat et Ben Guerrir, sont représentés sur la figure 1.

Dans les deux cas, la répartition annuelle des pluies présente un premier maximum en décembre et un second en février. La saison des pluies commence en moyenne en octobre, pour se terminer en avril à Ben Guerrir, en mai à Settat. N'importe quel mois peut être sec, et, à l'exception de décembre, la pluviométrie moyenne est toujours inférieure à l'ETP.

Dans nos calculs, nous avons considéré la pluviométrie journalière enregistrée par les services de la météorologie nationale sur la période 1950-1982.

Le calcul de l'ETP s'est fait à partir de la formule de Blaney-Criddle, qui est la seule pouvant être utilisée compte tenu des données météorologiques enregistrées dans les deux stations.

Comme l'évaporation est relativement stable d'une année à l'autre (CV inférieur à 10 %), nous n'avons pris en compte que l'ETP moyenne calculée à partir des données thermiques enregistrées sur vingt-cinq ans (fig. 1 et 2).

Les données pédologiques

La réserve utile des sols dépend de leurs caractéristiques hydrodynamiques, qui déterminent le pourcentage d'eau utile stockée par unité de profondeur, et de la profondeur de sol exploitée par les racines.

Cette réserve est donc variable suivant la nature pédologique des sols. Aussi, nous avons pris en considération, dans chacune des zones considérées, le type de sol dominant : sol calcimagnésique en zone semi-aride, lithosol en zone aride.

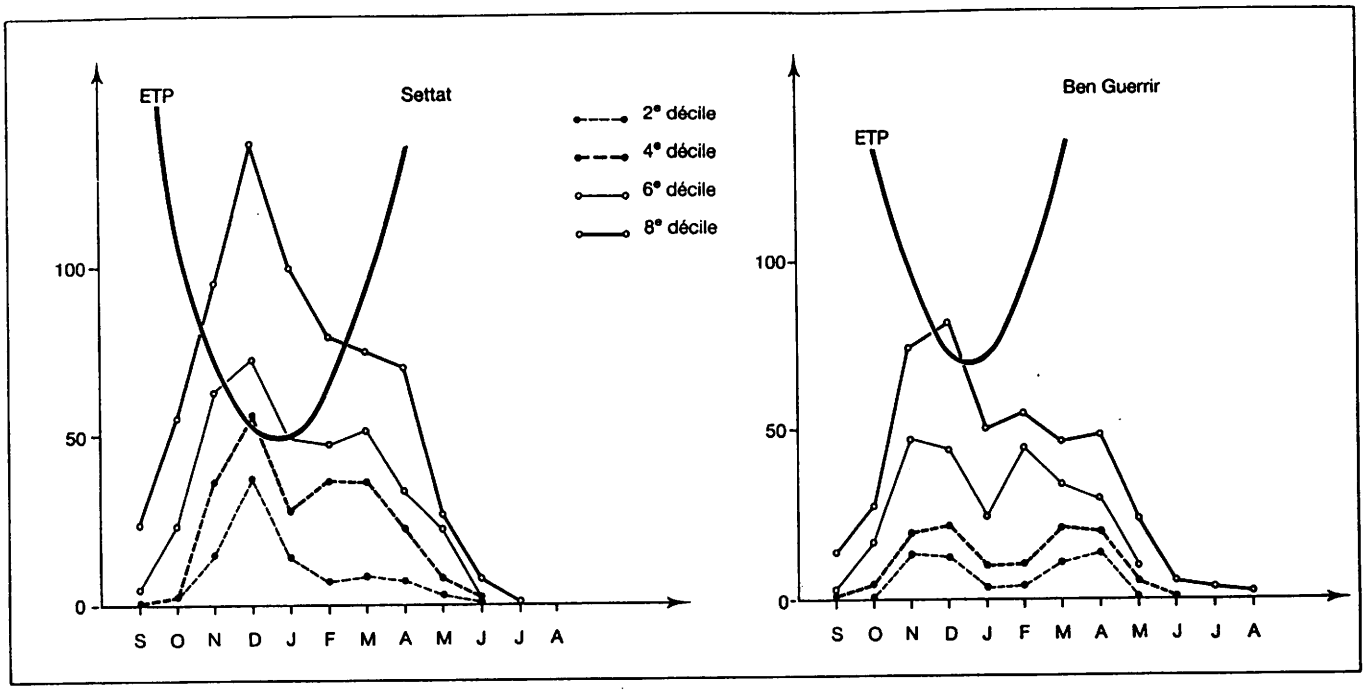


Fig. 1 : Régime fréquentiel des pluies (PAPY et al., 1981).

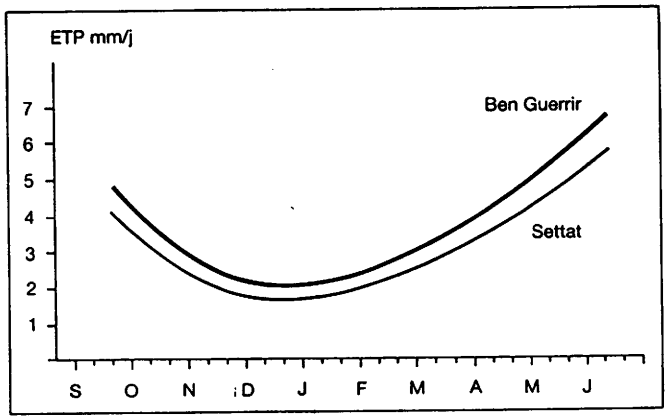


Fig. 2 : Évapotranspiration potentielle.

L'estimation des paramètres hydrodynamiques faite pour ces sols (PAPY *et al.*, 1981) donne 1,8 mm d'eau utile stockée par centimètre de sol pour le premier, 1,7 mm pour le second. L'exploitation racinaire de ces sols est limitée en profondeur par la présence d'un tuf ou d'un encroûtement calcaire entre 40 et 60 cm dans les sols calcimagnésiques, par la roche mère schisteuse dans les seconds, qui limite leur profondeur à 35 cm environ.

Compte tenu de ces données, on peut admettre une RU totale de 90 mm pour le premier type de sol, de 60 mm pour le second.

Le modèle de simulation du bilan hydrique permet de faire varier ce paramètre, et donc de prendre en considération d'autres situations.

Les données agroclimatiques

Le calcul du déficit hydrique absolu, ETM − ETR, comme celui du déficit hydrique relatif, $\frac{ETM - ETR}{ETM}$, suppose que l'on connaisse les besoins en eau maximums de la culture (ETM) tout au long de son cycle. Pour ce faire, on utilise la relation générale qui lie cette ETM d'une part au pouvoir évaporant de l'air (ETP) et d'autre part au développement du couvert végétal exprimé par le coefficient cultural Kc.

$$ETMi = Kci \times ETPi$$

La variation saisonnière de l'ETP, ainsi que celle du coefficient cultural au cours du cycle, nécessitent que l'on fixe la durée et la position des cycles culturaux.

Nous avons utilisé pour cela les données phénologiques obtenues dans des essais d'échelonnement de semis réalisés en zones semi-arides et arides (JOUVE et DAOUDI, 1983). Grâce aux références fournies par ces essais, on a pu caler les coefficients culturaux proposés par Blaney-Criddle en fonction de la durée et de la position des cycles étudiés (fig. 3).

Du fait du grand synchronisme du développement du blé tendre et de l'orge, constaté expérimentalement, on a confondu dans chacune des zones les coefficients culturaux de ces deux espèces et donc leurs ETM.

Le modèle de bilan hydrique permet d'évaluer par décade l'évaporation réelle du sol nu et de la culture et de calculer le rapport ETR/ETM tout au long du cycle cultural. Ce rapport, indice de satisfaction des besoins en eau de la culture, est considéré dans notre étude comme une estimation de déficit hydrique relatif de la culture étant donné la relation qui lie des deux paramètres : DH = 1 − ETR/ETM.

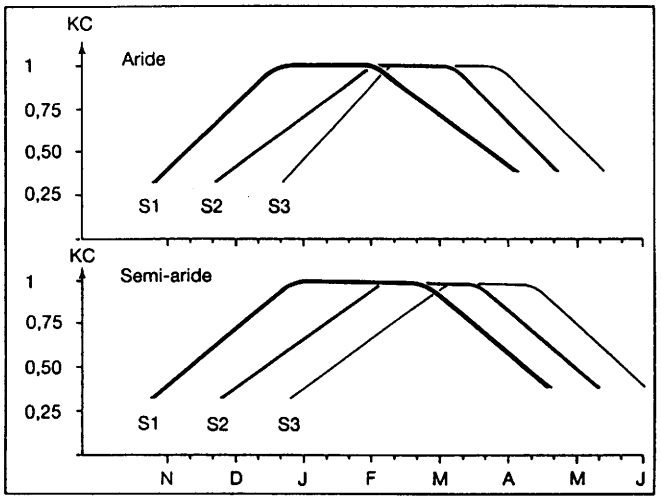


Fig. 3 : Évolution des coefficients culturaux.

Le tableau I présente un exemple des résultats de la simulation du bilan hydrique pour une campagne particulière.

Résultats et discussion

Relation déficit hydrique - rendement

Le rendement d'une culture peut être affecté par de nombreux facteurs défavorables : fertilisation insuffisante, état structural du sol déficient, parasitisme, etc.

Si l'on veut évaluer l'effet du déficit hydrique sur le rendement potentiel, il faut s'assurer que les autres conditions de culture sont satisfaisantes, bien que cela ne soit pas toujours facile à déterminer compte tenu des interactions entre techniques.

Pour se rapprocher de cet objectif, nous avons sélectionné les meilleurs rendements de parcelles expérimentales placées dans des conditions variées d'alimentation hydrique.

Tableau I Simulation du bilan hydrique pour la station de Settat en 1977.
Culture : blé tendre, cycle de 180 jours. Réserve en eau maximale utilisable : 90 mm.

Période Mois	Décade	P mm	Humidité relative du sol %	Coefficient cultural	ETM mm	ETR mm	Réserve en eau du sol mm	Drainage mm	Indice de satisfaction en eau	Déficit hydrique mm
Oct.	1e	8,0	0,10	0,00	0,0	4,1	4,9	0,0	0,00	0,0
Oct.	2e	52,1	0,63	0,00	0,0	5,2	51,6	0,0	0,00	0,0
Oct.	3e	28,3	0,69	0,00	0,0	7,0	73,0	0,0	0,00	0,0
Nov.	1e	0,0	0,61	0,00	0,0	2,7	70,3	0,0	0,00	0,0
Nov.	2e	0,0	0,58	0,00	0,0	2,4	67,9	0,0	0,00	0,0
Nov.	3e	54,9	0,80	0,00	0,0	4,4	85,6	32,6	0,00	0,0
Déc.	1e	14,2	0,80	0,00	0,0	1,9	88,1	9,8	0,00	0,0
Déc.	2e	3,9	0,80	0,30	5,4	5,4	84,6	2,3	1,00	0,0
Déc.	3e	12,6	0,80	0,40	7,5	7,5	82,5	7,2	1,00	0,0
Janv.	1e	7,4	0,80	0,50	8,5	8,5	81,4	0,0	1,00	0,0
Janv.	2e	56,5	0,80	0,60	9,6	9,6	80,4	47,9	1,00	0,0
Janv.	3e	3,1	0,73	0,70	13,1	13,1	70,4	0,6	1,00	0,0
Fév.	1e	32,7	0,80	0,80	14,4	11,4	75,6	11,1	1,00	0,0
Fév.	2e	114,0	0,80	0,85	16,1	16,1	73,0	99,6	1,00	0,0
Fév.	3e	17,5	0,80	0,95	16,0	16,0	74,0	1,6	1,00	0,0
Mars	1e	4,3	0,67	1,00	24,0	24,0	54,3	0,0	1,00	0,0
Mars	2e	2,0	0,43	1,00	25,0	24,4	32,0	0,0	0,98	0,6
Mars	3e	0,0	0,16	1,00	29,7	17,1	14,9	0,0	0,57	12,6
Avr.	1e	62,0	0,65	1,00	30,0	28,9	48,0	0,0	0,96	1,1
Avr.	2e	19,4	0,55	0,95	30,4	28,6	30,8	0,0	0,94	1,8
Avr.	3e	22,5	0,48	0,85	28,9	27,1	34,2	0,0	0,94	1,8
Mai	1e	8,8	0,28	0,80	31,2	23,1	19,9	0,0	0,74	8,1
Mai	2e	8,3	0,11	0,70	29,4	14,5	13,7	0,0	0,49	14,9
Mai	3e	4,6	0,00	0,55	27,2	5,9	12,4	0,0	0,22	21,3
Juin	1e	0,4	0,00	0,40	19,6	6,3	6,4	0,0	0,32	13,3
Juin	2e	0,0	0,00	0,00	0,0	5,3	1,1	0,0	0,00	0,0
Juin	3e	0,0	0,01	0,00	0,0	1,1	0,0	0,0	0,00	0,0
Totaux		541,0			366,0	320,0		214,0		0,76

Indice de satisfaction : ETR/ETM pour la durée du cycle : 0,79

La variation de ces conditions, nécessaire pour juger de l'effet du déficit hydrique, a été obtenue en choisissant des situations culturales correspondant à des lieux d'aridité différente (Settat et Ben Guerrir), à des campagnes à pluviométrie plus ou moins abondante, et à des positions de cycle décalées dans le temps, ce qui modifie également les termes du bilan hydrique.

Dans ces différentes situations culturales, on a estimé le déficit hydrique par décade en calculant l'évaporation relative de la culture ETR/ETM (indice de satisfaction en eau).

À partir des données décadaires, il est possible d'obtenir l'indice de satisfaction moyen pour différentes périodes du cycle, ce qui a été fait pour les périodes suivantes :

Iv = germination, levée – stade B ;
FL1 = stade B – épiaison ;
FL2 = épiaison – grossissement du grain ;
Matur = maturation du grain.

De la même façon, l'indice de satisfaction global a été calculé pour toute la durée du cycle à partir de la moyenne pondérée des indices calculés par période.

En mettant en relation ces différents indices et la production de grain, il s'est avéré que le rendement était aussi fortement corrélé sinon plus à l'indice global qu'aux indices par périodes ; c'est pourquoi dans la suite de notre étude nous avons retenu l'indice global pour évaluer le rendement potentiel (fig. 4).

Les équations de régression entre l'indice global au cours du cycle et le rendement sont les suivantes :

si y = rendement grain en q/ha,
et x = ETR/ETM cycle,
pour le blé tendre $y = 46{,}15 \times - 16{,}42$ $r^2 = 0{,}90$
pour l'orge $y = 41{,}22 \times - 13{,}86$ $r^2 = 0{,}93$.

La liaison linéaire obtenue entre la production de grain et l'indice global de satisfaction en eau de la culture peut paraître surprenante pour des cultures dont le rendement en grain est très sensible à des déficits hydriques intervenant durant la phase de formation des épis et des grains (fin montaison – début épiaison) ou durant la période d'accumulation des réserves dans le grain (stade palier hydrique).

Deux raisons essentielles expliquent que, malgré l'existence de ces stades critiques, nous ayons obtenu de si fortes liaisons entre l'indice de satisfaction cumulé tout au long du cycle et le rendement en grain final.

La première est que ces liaisons ont été établies statistiquement sur un ensemble de situations. De ce fait, elles caractérisent un comportement moyen de la culture mais ne permettent pas d'expliquer telle ou telle situation particulière. Ce type de liaison n'est d'ailleurs pas nouveau.

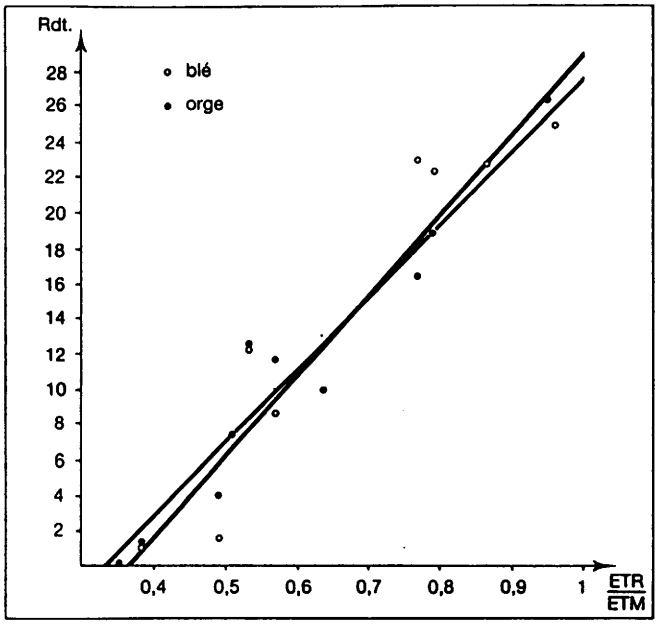


Fig. 4 : Relation rendement ETR/ETM.

Il a déjà été constaté pour de nombreuses cultures qui, comme des céréales, présentent des stades critiques vis-à-vis de l'alimentation hydrique (MERIAUX, 1979).

C'est ainsi que la réponse à l'eau de nos cultures, exprimée par le coefficient $a = \frac{Rr}{Rm} \times \frac{ETM}{ETR}$ se situe dans la zone des réponses faibles à moyennes, entre sorgho et tournesol.

Dans le même esprit, la FAO a évalué systématiquement la réponse à l'eau de différentes cultures (DOORENBOS *et al.*, 1980) en calculant la relation :

$$1 - \frac{Rr}{Rm} = Ky\left(1 - \frac{ETR}{ETM}\right)$$

Rr = rendement récolté
Rm = rendement maximum
Ky = coefficient de réponse du rendement.

En utilisant cette forme de représentation, nous trouvons des coefficients de réponse à l'eau, de 0,66 pour le blé tendre et 0,67 pour l'orge, proches de ceux donnés par DOORENBOS pour des déficits intervenant en cours de floraison ou durant la phase de végétation et la floraison pour le blé d'hiver (fig. 5).

La deuxième raison qui peut expliquer la forte liaison déficit hydrique - rendement est le fait que, dans les conditions climatiques des zones arides et semi-arides marocaines, les déficits hydriques les plus sévères et les plus fréquents sont ceux qui interviennent au printemps, en fin de saison des pluies. Ils affectent donc assez systématiquement les mêmes phases (fin montaison, épiaison -

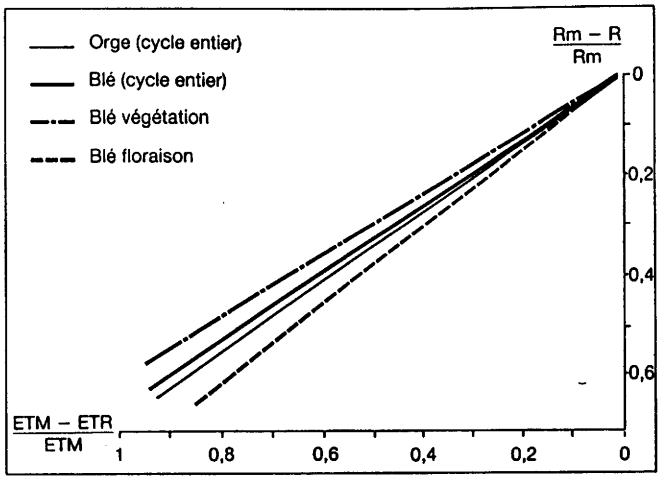


Fig. 5 : Relation entre la baisse de rendement relatif et le déficit d'évapotranspiration relative.

floraison, maturation des grains) avec des intensités variables suivant l'année et la date de semis.

Au-delà de ces explications propres aux conditions dans lesquelles ont été obtenus nos résultats, il faut souligner que la liaison déficit hydrique global - rendement en grain a été constatée dans de nombreuses expérimentations portant sur l'effet d'un stress hydrique appliqué au blé ou à l'orge même durant une phase particulière de leur cycle (BAMOUH, 1979 ; BRICHA *et al.*, 1981). Par ailleurs, PAPY (1979), dans une étude portant sur l'influence du régime pluviométrique sur le comportement du blé dur et de l'orge, a montré en zone aride l'existence d'une relation linéaire entre le rendement et la pluie de septembre à mai.

Ce résultat signifie fondamentalement que l'élaboration du rendement du blé et de l'orge est dépendant de la croissance générale de la culture qui, elle, est directement fonction des conditions d'alimentation hydrique.

En ce qui concerne les comportements spécifiques, on constate que le blé tendre et l'orge présentent un coefficient de réponse à l'eau et un potentiel assez proches. Les seules différences que l'on puisse noter sont un rendement un peu plus élevé pour le blé tendre en condition d'alimentation hydrique optimale et une résistance un peu plus forte de l'orge à la sécheresse.

Ces différences vont dans le sens de ce que l'on sait empiriquement du comportement respectif du blé tendre et de l'orge en zones semi-arides et arides et se trouvent être en conformité avec la supériorité du potentiel génétique du blé Nesma 149 par rapport à celui de l'orge 071.

Ceci étant, ces différences dans les conditions de notre étude sont faibles au point que, après avoir fait un test de comparaison des régressions, nous avons confondu la réponse du blé et de l'orge au déficit hydrique en adoptant l'équation de régression suivante :

$$y = 43{,}8\,x - 15{,}15 \qquad r^2 = 0{,}90.$$

Sur la base de cette régression, le potentiel de rendement pour un déficit hydrique nul (taux de satisfaction = 1) est de l'ordre de 30 quintaux. Celui-ci est bien inférieur au potentiel génétique des variétés de blé et d'orge utilisées, qui est près du double. Comment expliquer une telle perte de potentiel ?

Le fait d'avoir pris, comme base des régressions, des rendements obtenus en parcelles conduites chez des agriculteurs explique en grande partie cet écart.

En effet, dans ce contexte, même en adoptant les meilleures techniques possibles compte tenu des moyens et connaissances disponibles, il n'a pas été possible d'obtenir des conditions de culture aussi maîtrisées et aussi optimisées qu'elles peuvent l'être au laboratoire ou même en station d'essai. En particulier, le contrôle du parasitisme, des prédateurs, au semis comme à la récolte, n'a pu être parfait. Cette pression parasitaire peut être considérée comme faisant partie des contraintes du milieu que le niveau technologique actuel (matériel végétal et techniques) ne permet pas de maîtriser totalement.

Par ailleurs, les fortes températures et la faible profondeur des sols contribuent aussi à limiter l'efficience de l'eau et donc le potentiel de la culture.

Bilan hydrique et rendement

Pour trois positions de cycle, correspondant à des semis précoces effectués dès que le seuil de 30 mm de pluie est atteint, des semis de saison intervenant début décembre et des semis tardifs réalisés un mois après, on a calculé le bilan hydrique d'une série de 20 campagnes agricoles en zone semi-aride (Settat), 24 campagnes en zone aride (Ben Guerrir).

Grâce à la régression établie précédemment entre le déficit hydrique global et le rendement, on a évalué les rendements qu'il aurait été possible d'obtenir compte tenu des contraintes pluviométriques de chaque campagne.

Les résultats de ces calculs sont donnés dans le tableau II.

Les rendements potentiels sont naturellement plus élevés en zone semi-aride qu'en zone aride. Mais ce qu'il est plus intéressant de constater, c'est leur variation en fonction de la position du cycle.

En zone aride, le rendement potentiel moyen décroît progressivement avec le décalage du cycle ; il passe de 8,4 q/ha en semis précoce à 6,8 en semis de saison et 3,7 en semis tardif.

En zone semi-aride, semis précoce et semis de saison ont à peu de chose près la même productivité potentielle (14,45 contre 14,67 q/ha) ; par contre, le semis tardif est deux fois moins productif (7,7 q/ha).

Ces résultats confirment ceux obtenus dans les essais comparatifs de dates de semis échelonnées en zone aride

Tableau II Estimation des rendements en fonction des conditions d'alimentation hydrique.

Zone Semi-Aride							Zone Aride						
Campagne	S1		S2		S3		Campagne	S1		S2		S3	
	ETR/ETM	Rdt.	ETR/ETM	Rdt.	ETR/ETM	Rdt.		ETR/ETM	Rdt.	ETR/ETM	Rdt.	ETR/ETM	Rdt.
1950-51	0,97	27,3	0,65	13,3	0,45	4,6	1950-51	0,47	5,4	0,44	4,1	0,32	0
1951-52	0,76	18,1	0,68	14,6	0,53	8,1	1951-52	0,39	1,9	0,34	0	0,26	0
1952-53	0,45	4,6	0,70	15,5	0,55	8,9	1952-53	0,37	1,1	0,40	2,4	0,30	0
1953-54	0,80	19,9	0,88	23,4	0,64	12,9	1953-54	0,61	11,6	0,58	10,3	0,49	6,3
1954-55	0,59	10,7	0,74	17,3	0,53	8,1	1954-55	0,43	3,7	0,47	5,4	0,39	1,9
1955-56	1	28,7	0,92	25,2	0,70	15,5	1955-56	0,98	27,8	0,78	19	0,60	11,1
1956-57	0,3	0	0,44	4,1	0,38	1,5	1956-57	0,36	0,6	0,25	0	0,16	0
1959-60	0,82	20,8	0,78	19,0	0,57	9,8	1957-58	0,41	2,8	0,37	1,1	0,30	0
1968-69	0,97	27,3	0,83	21,2	0,62	12,0	1958-59	0,37	1,1	0,38	1,5	0,33	0
1969-70	0,54	8,5	0,58	10,3	0,45	4,6	1959-60	0,44	4,1	0,44	4,1	0,37	1,1
1972-73	0,74	17,3	0,64	12,9	0,50	6,8	1960-61	0,37	1,1	0,35	0,2	0,29	0
1973-74	0,89	23,8	0,95	26,5	0,72	16,4	1961-62	0,61	11,6	0,59	10,7	0,62	12,0
1974-75	0,33	0	0,41	2,8	0,34	0	1968-69	0,73	16,8	0,64	12,9	0,49	6,3
1975-76	0,52	7,6	0,62	12,0	0,54	8,5	1969-70	0,45	4,6	0,41	2,8	0,30	0
1976-77	0,77	18,6	0,57	9,8	0,41	2,8	1970-71	0,75	17,7	0,82	20,8	0,68	14,6
1977-78	1	28,7	0,92	25,2	0,70	15,5	1971-72	0,66	13,8	0,64	12,9	0,47	5,4
1978-79	0,49	6,3	0,62	12,0	0,44	4,1	1972-73	0,30	0	0,29	0	0,25	0
1979-81	0,89	23,8	0,83	21,2	0,63	12,4	1973-74	0,75	17,7	0,72	16,4	0,57	9,8
1980-81	0,45	4,6	0,39	1,9	0,33	0	1974-75	0,29	0	0,32	0	0,25	0
1981-82	0,40	2,4	0,44	4,2	0,38	1,5	1975-76	0,67	14,2	0,67	14,2	0,63	12,44
							1976-77	0,64	12,9	0,42	3,3	0,28	0
							1977-78	0,77	18,6	0,53	8,1	0,43	3,68
							1978-79	0,43	3,6	0,45	4,6	0,29	0
							1979-80	0,41	8,5	0,54	8,5	0,46	4,12
$\bar{X}$		14,45		14,67		7,7			8,4		6,8		3,7
σ		9,37		7,6		5,12			7,57		6,3		4,77
CV %		65		51		66			89		93		129

et semi-aride (JOUVE et DAOUDI, 1983). Les semis précoces sont d'autant plus avantageux que le climat est aride. Les semis tardifs, quelle que soit l'aridité, sont toujours nettement moins productifs.

Si l'on considère maintenant la fluctuation de ces rendements, on voit que leur coefficient de variation est plus faible en zone semi-aride et ne varie guère en fonction de la date de semis ; par contre, en zone aride le rendement est plus élevé et augmente sensiblement avec le décalage des cycles.

Un histogramme des rendements pour chaque zone est représenté dans la figure 6.

En dessous de 2 q/ha on peut considérer, compte tenu des frais de récolte, que la moisson ne se fera pas et que la production effective de grain sera nulle ; dans ce cas, les champs sont généralement livrés au bétail après épiaison, afin d'éviter une perte totale. La culture ne devient rentable qu'aux environs de 4 q/ha. À 8 q/ha, on considère

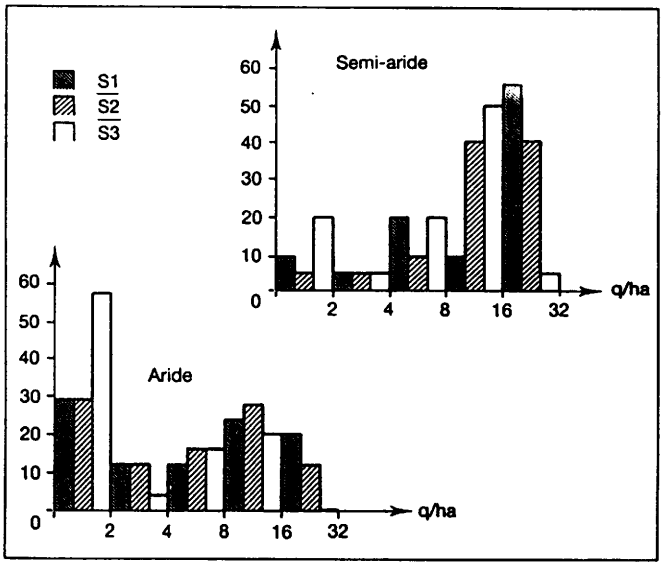


Fig. 6 : Répartition fréquentielle des rendements.

que l'année est moyenne en zone semi-aride, bonne en zone aride et au-delà de 16 q/ha l'année est bonne en zone semi-aride, exceptionnelle en zone aride.

Compte tenu de ce classement, on voit qu'en zone aride le rendement potentiel est pratiquement nul une année sur trois. Un tel résultat pose nettement la question de l'aptitude de ces zones à produire des céréales, en même temps qu'il souligne l'impérieuse nécessité de réserves pluriannuelles. Celles-ci sont en principe possibles si l'on considère que, potentiellement, deux années sur cinq donnent une récolte supérieure à 8 q/ha. Malheureusement, la répartition dans le temps des bonnes et des mauvaises années est elle-même loin d'être régulière. À noter que, dans ces zones, le semis tardif est une entreprise particulièrement périlleuse puisque, une fois sur deux, il donne une récolte nulle.

En zone semi-aridé, le potentiel de production est nettement plus élevé. Toutes périodes de semis confondues, deux années sur trois le rendement potentiel dépasse 8 q/ha, et en évitant les semis tardifs, la proportion de bonnes années passe à trois années sur quatre.

Conclusion

En ce qui concerne les stratégies de culture les plus adaptées aux zones semi-arides et arides marocaines, l'approche agroclimatique confirme et complète l'analyse agronomique de l'élaboration du rendement du blé et de l'orge dans ces zones, qui avait mis en évidence l'intérêt d'une plus grande précocité des cycles.

Si l'analyse agronomique avait permis d'expliquer les différences de productivité de cycles culturaux décalés dans le temps et d'identifier les risques inhérents aux semis précoces, l'approche agroclimatique valide ces résultats sur une période de temps suffisamment longue pour en confirmer l'intérêt économique.

Ces deux approches convergent donc vers la même conclusion principale, qui est de supprimer les semis tardifs si l'on veut mieux valoriser les ressources pluviométriques limitées des zones semi-arides et arides marocaines.

Mais, suivant le degré d'aridité, l'obtention de cet objectif suppose des stratégies différentes. En zone aride il faut semer le plus tôt possible, tandis qu'en zone semi-aride la précocité des semis n'est pas à rechercher en priorité ; il est préférable de concentrer les semis sur la période 15 novembre - 15 décembre.

Par ailleurs, la simulation du bilan hydrique et sa corrélation avec le rendement du blé tendre et de l'orge a permis de mieux cerner le potentiel de production de ces zones.

Dans l'hypothèse où l'on parviendrait à limiter la période des semis à deux mois environ, en ne conservant que les semis précoces et de saison, le rendement potentiel moyen serait de 14,6 q/ha en zone semi-aride, 7,6 q/ha en zone aride. Actuellement, les rendements pondérés des céréales d'hiver dans ces mêmes zones sont respectivement de 9 et 6 q/ha. On voit donc que, sans prendre en compte d'éventuelles innovations techniques, mais en généralisant les techniques et le matériel végétal qui se sont avérés les plus appropriés à ces zones, on pourrait augmenter les rendements de 62 % en zone semi-aride, de 27 % en zone aride. Compte tenu des superficies concernées (940 000 hectares en semi-aride et 1 012 000 hectares en aride), le surcroît de production serait de l'ordre de 7 millions de quintaux, dont les deux tiers proviendraient des zones semi-arides. Ce type d'évaluation, malgré son caractère assez formel, permet de souligner les possibilités et les enjeux des nouvelles stratégies de culture à mettre en œuvre pour améliorer la production céréalière de ces régions.

Reçu le 16 septembre 1983.
Accepté le 10 mai 1984.

Remerciements. Nous remercions Serge SABADIE, informaticien, ainsi que Francis FOREST agroclimatologue (Division d'économie et de valorisation de l'eau, IRAT), pour l'aide qu'ils nous ont apportée dans le traitement de nos données. Nous remercions également les responsables du service de la Météorologie nationale marocaine, ainsi que les directeurs des centrés de travaux de Settat, Ben Ahmed, Ben Guerrir, pour leur collaboration à la collecte et à l'établissement des données de base de cette étude.

Références bibliographiques

BAMOUH A., 1981. Effets d'une sécheresse en début de cycle sur l'élaboration du rendement du blé tendre Nesma 149. Mémoire 3e cycle, IAV Hassan II, Rabat, 125 p.

BRICHA F., NYOUBE B., 1981. Effets de stress hydriques sur le comportement de l'orge (périodes végétatives et de reproduction). Mémoire de 2e cycle, ENA, Meknès, 40 p.

DOORENBOS J., KASSAN A.H., 1980. Réponse des rendements à l'eau. Rome, FAO, 235 p. (Bull. FAO d'irrigation et de drainage, n° 33).

EAGLEMAN J.R., 1971. An experimentally derived model for actual evapotranspiration. Agric. Météorol., 8 (4-5) : 385-394.

FOREST F., 1974. Bilan hydrique et prospective décadaire des besoins en eau des cultures pluviales en zone soudano-sahélienne. Paris, ministère de la Coopération - ORSTOM, Cahiers pédagogiques et opérationnels (1 cahier pédagogique de 35 p. et 60 cahiers opérationnels de 75 p.).

FOREST F., KALMS J.-M., 1982. Influence du régime d'alimentation hydrique sur la production du riz pluvial. *In* : Upland rice workshop and monitoring tour, Bouaké, Côte d'Ivoire, 4-8 octobre, 31 p.

FRANQUIN P., FOREST F., 1977. Des programmes pour l'évaluation et l'analyse fréquentielle des termes du bilan hydrique. L'Agron. Trop., 32 (1) : 7-11.

JOUVE P., DAOUDI A., 1984. Effets de la position du cycle cultural sur l'élaboration du rendement du blé tendre et de l'orge en zones semi-arides et arides marocaines. L'Agron. Trop., 39 (3) : 216-228.

MERIAUX S., 1979. L'INRA, l'eau et la production agricole. Versailles, SEI-CNRA, 269 p.

PAPY F., 1979. Analyse du comportement des cultures de blé dur et d'orge dans différentes régions céréalières du Maroc à travers leurs réactions aux variations interannuelles des régimes pluviométriques. CR Acad. Agric. Fr., p. 231-247.

PAPY F., OUSSIBLE M., JOUVE P., 1981. Les contraintes pédoclimatiques à l'exploitation agricole des zones semi-arides et arides du Maroc occidental. Rev. Géogr. Maroc, (5) : 121-133.

Summary

JOUVE P. – **Water deficit-cereals (soft wheat and barley) yield relationship in an arid environment.**

In the arid and semi-arid areas of Morocco water deficit is the principal limiting factor to cereals yields. In order to estimate the effect of this deficit on potential cereals production in these areas water deficit-yield relationship was determined on a number of experimental plots under wheat and barley crops.

Water deficit was estimated using a simulation model of crop water balance and the yields taken into account corresponded to the best levels achieved in each of the pedo-climatic conditions considered.

From this relation, potential yields of a series of crop seasons from 1950 to 1982 were calculated in two climatic stations, representative of arid and semi-arid areas, in terms of the water balance of each campaign and three sowing times spread over two months.

The results obtained made it possible to analyse intra- and inter-area variability of yields and the margin of possible progress between potential and farmers'yields.

Key words : *Triticum vulgare*, soft wheat, *Hordeum vulgare*, barley, potential yields, Morocco.

Resumen

JOUVE P. – **Relación entre déficit hídrico y rendimiento de los cereales (trigo candeal y cebada) en medio árido.**

El déficit hídrico constituye el principal factor que limita los rendimientos de los cultivos de cereales en las zonas áridas y semi-áridas marroquíes. Para calcular el impacto de dicho déficit sobre la producción potencial en esas zonas, se ha establecido, en el caso de cierto número de parcelas experimentales de trigo candeal y de cebada, la relación déficit hídrico - rendimiento.

El déficit hídrico se ha calculado por medio de un modelo de simulación del balance hídrico de los cultivos, y los rendimientos tomados en consideración corresponden a los mejores niveles de producción obtenidos en cada una de las situaciones edafo-climáticas consideradas.

A partir de esa relación, se han calculado a continuación los rendimientos potenciales, en dos estaciones climáticas representativas de las zonas áridas y semi-áridas, de una serie de campañas agrícolas comprendidas entre 1950 y 1982 en función del balance hídrico de cada campaña y de tres períodos de siembra escalonados a lo largo de dos meses.

Los resultados obtenidos permiten analizar la variabilidad intra e inter zonas de los rendimientos y el margen de progreso posible entre los rendimientos potenciales y aquellos obtenidos por los agricultores.

Palabras-clave : *Triticum vulgare*, trigo candeal, *Hordeum vulgare*, cebada, aridez, balance hídrico, rendimientos potenciales, Marruecos.

25

Quelques principes de construction de typologies d'exploitations agricoles suivant différentes situations agraires.

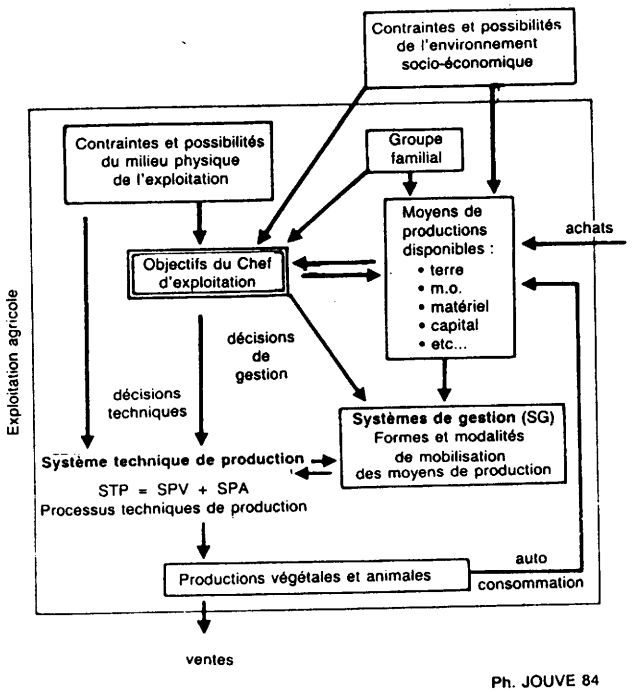
Philippe JOUVE

I - LES BASES METHODOLOGIQUES ET LES POINTS DE VUE POUR CONSTRUIRE UNE TYPOLOGIE

D'emblée une question se pose : **peut-on parler de typologies d'exploitations d'une façon générale ?** En effet, il est courant de dire qu'il n'y a de typologie que par rapport à un point de vue, qu'en fonction d'une préoccupation ou d'objectifs particuliers, que ce soit par exemple l'accès au foncier, l'acceptation de telle ou telle innovation technique ou la place et le rôle de telle production.

Cela est vrai et les nombreuses typologies d'exploitations bâties en fonction de telles préoccupations sectorielles sont là pour le prouver.

Mais si l'on considère « l'exploitation agricole comme un système » suivant l'expression de P. OSTY et si l'on se fixe comme ambition de comprendre le fonctionnement global et la dynamique de ce système, il nous semble possible d'élaborer des typologies ayant valeur plus générale, c'est-à-dire qui intègrent et combinent différents points de vue disciplinaires et par rapport auxquelles on puisse situer des problématiques particulières (ouverture au progrès technique, entretien de la fertilité du milieu, etc...).



Modèle de fonctionnement d'une exploitation agricole

La réalisation d'une typologie comme ambition de comprendre le fonctionnement global des systèmes de production, suppose que l'on dispose au départ d'un modèle synthétique du fonctionnement de l'exploitation agricole qui oriente et guide le mode opératoire que l'on va adopter pour observer et rendre compte de la diversité des exploitations.

Cette exigence revient simplement à reconnaître que dans le domaine de la connaissance scientifique, il n'y a pas de réalité en soi, mais seulement en fonction de la construction théorique adoptée pour observer et analyser cette réalité. Les données, aussi « objectives » soient-elles, ne « parlent » pas si elles n'ont pas été construites pour cela.

Aussi, sans vouloir débattre ici de façon détaillée des différents concepts et méthodes élaborés pour analyser le fonctionnement de l'exploitation agricole (1), il nous paraît utile de souligner quelques éléments fondamentaux de ce fonctionnement afin d'orienter notre réflexion ultérieure.

Si l'on se réfère au schéma ci-après, on voit que l'exploitation agricole peut-être considérée comme un système de production finalisé par les objectifs de l'exploitant. C'est un point de vue qui est maintenant largement reconnu même s'il pose quelques problèmes quant à l'identification des objectifs de l'exploitant et à l'unicité des instances de décision qui est loin d'être universelle, comme nous le verrons par la suite.

Ces objectifs qui constituent en quelque sorte les principes d'organisation du système sont dépendants à la fois :

— des contraintes et possibilités de l'environnement socio-économique (prix agricoles, marché, « règles » sociales et techniques imposées par le système agraire dans lequel est inclue l'exploitation...),

— des conditions de sol et de climat propres au milieu physique de l'exploitation,

— de la nature et de l'importance des moyens de production dont peut disposer l'exploitation,

— enfin, des besoins et des perspectives de l'exploitant et de sa famille.

En fonction de ces objectifs, le chef d'exploitation et ceux à qui il délègue ou avec qui il partage une partie de ses responsabilités vont être amenés à prendre des décisions. C'est **l'analyse de ces décisions qui est à la base de la compréhension du fonctionnement du système de production.**

Cette analyse peut se faire en distinguant d'une part les décisions qui concernent l'organisation et la mobilisation des moyens de production (location de terre, recours à la main d'œuvre salariée, etc...) et qui déterminent le fonctionnement de ce que nous avons appelé le **système de gestion** de l'exploitation, d'autre part les décisions relatives aux processus techniques de production (choix des spéculations, des techniques de conduite, des cultures et des troupeaux, etc...) et qui caractérisent le fonctionnement du **système technique de production**.

(1) On pourra consulter pour cela le document publié par le SAD-INRA « Fonctionnement de l'exploitation agricole. Points de vue d'agronomes sur les concepts et les découpages » 1985.

L'expérience a montré que l'**inventaire** et l'**analyse** de ces décisions **techniques et de gestion** constituent un des meilleurs moyens pour **révéler les objectifs de l'exploitant**. Ceux-ci en effet sont rarement explicites, notamment dans le cas des exploitations traditionnelles où les motivations des agriculteurs peuvent être très diverses et ne peuvent être réduites à une simple recherche d'augmentation du revenu.

C'est par l'analyse de leurs pratiques, c'est-à-dire des modalités d'exécution des décisions techniques et de gestion que vont pouvoir être mis à jour les objectifs des exploitants ainsi que la nature exacte des contraintes et possibilités liées au milieu physique ou à l'environnement socio-économique de leur exploitation qui, nous l'avons vu, déterminent en partie ces objectifs (MM. BLANC-PAMARD et MILLEVILLE, 1985).

Du point de vue du fonctionnement de l'exploitation, l'analyse de ces pratiques met en évidence, entre autre, les relations réciproques qui existent entre système de gestion et système technique. Ainsi, au Sud-Est du Cameroun, la plantation de cacaoyers (décision technique) peut n'avoir comme principale finalité que de marquer l'appropriation foncière d'une partie du domaine cultivable (décision de gestion) et de ce fait être laissée sans entretien et récoltée de façon épisodique (A. LEPLAIDEUR, 1985).

A l'inverse, au Maghreb, la nature du cheptel, son importance et son mode de conduite dépendent souvent de la possibilité de confier le gardiennage des animaux aux enfants et donc de la structure familiale ainsi que du taux de scolarisation.

Comprendre le fonctionnement global d'une exploitation agricole, c'est précisément expliciter en quoi les caractéristiques structurelles de l'exploitation, c'est-à-dire les moyens de production dont elle dispose, déterminent les orientations et le fonctionnement des systèmes techniques de production et inversement montrer quelles sont les implications des choix techniques sur la gestion des moyens de production.

Il nous paraît également important de bien voir que les deux sous-systèmes distingués précédemment ont des relations de natures différentes avec la production finale. Les relations entre cette production finale et les processus techniques de production sont causales, c'est-à-dire explicatives tandis qu'elles sont simplement de nature corrélative entre moyens de production et rendements des cultures ou productivité des troupeaux.

En conséquence, si l'on veut élaborer des propositions concrètes d'amélioration de la production, on ne peut faire l'économie d'une analyse technique du fonctionnement des systèmes de production.

Mais, compte tenu de la surdétermination des choix techniques par les caractéristiques structurelles des exploitations, ces propositions ne seront appropriables par les agriculteurs que si elles sont compatibles avec leurs moyens de production. Si elles ne le sont pas, cas le plus fréquent, il faudra alors définir les changements structurels qui les rendent possibles.

On voit donc que dans une perspective à la fois de compréhension et d'amélioration des exploitations, c'est l'ensemble de leur fonctionnement, technique et socio-économique, qui doit être pris en compte. Cela milite, bien entendu, en faveur d'une approche pluridisciplinaire de l'exploitation agricole.

Or, rares sont les typologies qui combinent ainsi ces différentes approches. Et suivant que l'on va privilégier le point de vue socio-économique ou le point de vue technique, on peut distinguer deux groupes de typologies :

— **les typologies** que nous appellerons « **structurelles** », c'est-à-dire basées essentiellement sur la nature et les modalités d'organisation et de combinaison des moyens de production,

— et **les typologies « fonctionnelles »** qui s'attachent plus à l'analyse des processus techniques de production.

Les premières sont les plus fréquentes et on ne peut s'empêcher de penser que c'est en partie parce que les informations concernant les moyens de production sont plus facilement disponibles (enquêtes statistiques agricoles) et plus aisées à recueillir.

Les secondes nécessitent une analyse des décisions techniques qui est plus délicate car ces décisions sont contingentes des spéculations adoptées, des conditions de milieu et de surcroît sont plus sensibles à la conjoncture et aux aléas naturels.

Il va de soi que ni l'une, ni l'autre de ces deux façons d'élaborer une typologie d'exploitation ne nous paraissent satisfaisantes, pour rendre compte de façon globale et synthétique de la diversité de fonctionnement des exploitations.

Une autre approche consiste à distinguer dans les décisions prises par les agriculteurs, qui nous paraît plus adaptée à l'objectif de compréhension globale de l'exploitation agricole, ce qui relève de **choix stratégiques** et ce qui correspond à des **choix tactiques**.

La distinction entre ces deux types de décisions n'est pas toujours facile. On peut cependant considérer que les choix stratégiques sont ceux qui, d'une part influent à moyen et long terme sur le fonctionnement de l'exploitation, d'autre part concrétisent des orientations majeures de ce fonctionnement.

Les choix tactiques se définissent surtout comme des décisions en partie conjoncturelles, fonction des aléas du milieu et des conditions économiques (prix, marché) et qui visent à mettre en cohérence les processus de production et la gestion à court terme de l'exploitation avec les choix stratégiques faits par l'exploitant.

Du fait de la relative pérennité des moyens de productions (terre, équipement, main d'œuvre...) et des immobilisations en capital qu'ils nécessitent les choix stratégiques concernent assez souvent la mobilisation et l'organisation de ces moyens de production. Mais ceci n'est pas exclusif, des choix de production ou même de techniques de production en fonction des avantages qu'ils sont censés procurer (revenu, moindre pénibilité du travail, régime alimentaire...) peuvent également correspondre à des choix stratégiques.

Cette approche, même si elle est d'un emploi délicat, a le mérite de ne pas être prisonnière d'un point de vue disciplinaire dominant, en outre, en privilégiant les choix stratégiques elle permet de fonder une typologie sur les principes d'organisation dominants, du fonctionnement des exploitations.

Elle présente également un autre avantage qui est de tenir compte, même de façon implicite, de la dynamique des exploitations. En effet, on a vu que les choix tactiques sont en partie conjoncturels : le mode de sarclage pourra changer en fonction de l'évolution de l'outillage, le changement de variété pourra autoriser une modification de la date de semis, etc...

Les choix stratégiques, par contre, engagent l'avenir et expliquent en partie l'évolution passée des exploitations. Ainsi, en France dans le Ségala, le passage plus ou moins précoce à la mécanisation, le recours au crédit d'équipement à une époque où celui-ci était avantageux (1965-1975) ou l'adoption de l'ensilage, se sont révélés être des choix décisifs pour le devenir voire la survie de nombre d'exploitations.

L'analyse diachronique de ces choix stratégiques apparaît alors comme un des moyens privilégiés pour établir des typologies d'exploitations ayant valeur à la fois compréhensive et prédictive.

II - ETUDE COMPAREE DE QUELQUES MECANISMES DE DIFFERENCIATION DES EXPLOITATIONS

Partant de cette réflexion à caractère assez général, nous voudrions maintenant essayer de l'illustrer en comparant les grands types de mécanismes qui sont à la base des choix stratégiques des exploitants et à partir desquels il est possible de construire une typologie d'exploitation, suivant que l'on se situe en France, pays d'agriculture développée, en Afrique du Nord et plus spécialement au Maroc où domine largement la petite exploitation familiale et en Afrique Noire.

a) En France

Elaborer une typologie d'exploitation, c'est avant tout rendre compte de **la diversité de leur mode de fonctionnement**. En France, les nombreuses études faites sur ce thème au cours des dernières années mettent toutes l'accent sur le fait que la diversité des exploitations est particulièrement manifeste lorsque l'on considère leur dynamique d'évolution. (BROSSIER et al 1977, HOUDARD 1977, CAPILLON et al 1979, DEFFONTAINES et al 1985).

Plus que leur situation à un moment donné, ce sont leurs « **trajectoires** » qui différencient les exploitations.

Les facteurs de différenciation de cette dynamique ont été également bien étudiés. « Les perspectives familiales », c'est-à-dire la façon dont les exploitants et leur famille voient leur avenir et les projets qui en découlent, constituent un des éléments décisifs de cette différenciation.

Cette situation traduit le caractère profondément évolutif sinon progressiste de la société rurale française et d'une façon générale des pays développés. Du fait même des nombreux travaux auxquels a donné lieu l'analyse de cette évolution, il serait bien prétentieux de vouloir en faire ici une synthèse. Aussi nous contenterons-nous, en partant d'une étude des systèmes de production faite par le Département des Systèmes Agraires du CIRAD dans le Ségala (Aveyron), de repérer quelques traits généraux de cette évolution et de la diversification des exploitations à laquelle elle a abouti (A. GUILLONNEAU 1985, C. WOLF et J.M. SALLES 1984).

Si l'on considère l'extraordinaire évolution de l'agriculture française qui s'est produite depuis la dernière guerre et plus précisément dans le Ségala, entre 1953 et 1980, il nous semble qu'un des facteurs déterminants de cette évolution a été la dégradation progressive et constante des termes de l'échange entre produits industriels et produits agricoles. Cause ou conséquence ? On peut en discuter comme de l'antériorité de l'œuf ou de la poule, considérant que c'est le développement de l'économie marchande en agriculture qui a précipité cette évolution ; toujours est-il que pour payer leurs intrants et maintenir leurs revenus à un niveau satisfaisant sinon comparable à ceux des citadins, les agriculteurs ont été obligés d'améliorer leur productivité, celle de leur travail comme celle de la terre, les deux étant en partie liées.

Dans le Ségala, cette **exigence d'un accroissement de productivité** s'est clairement manifesté en 1953 à la suite de la chute des cours de la pomme de terre, culture de vente traditionnelle, concurrencée par la production de régions plus favorisées par le climat et l'accès aux marchés. Plusieurs points de vue se sont alors affrontés pour assurer cet accroissement de productivité ; les services départementaux de l'agriculture préconisaient l'amélioration génétique du cheptel par le recours à l'insémination artificielle tandis que les organismes professionnels et notamment les jeunes agriculteurs pronaient la « révolution fourragère », c'est-à-dire la culture de l'herbe. Ce sont eux qui l'emportèrent car leur solution était d'effet plus immédiat ; la production fourragère tripla en 15 ans.

Ceci étant, un tel changement n'aurait pu se faire sans un **développement rapide de la motorisation des exploitations**. L'exode rural provoqué par les besoins en main d'œuvre du secteur industriel ainsi que par des salaires et conditions de vie jugés plus favorables en ville, ont largement contribué à cette motorisation en libérant les surfaces nécessaires à son utilisation dans de bonnes conditions économiques (une exploitation sur six disparaît dans les 10 années qui suivent 1953), les facilités de crédit faisant le reste.

La stagnation, voire la régression, des prix agricoles (lait et viande) durant les années 58-60 a obligé les agriculteurs à poursuivre leur effort d'intensification.

Si jusque là celui-ci ne s'était pas traduit par un changement notable des bases des systèmes de production qui, dans leur majorité, reposaient encore sur plusieurs productions (polyculture, élevage mixte), cette deuxième phase d'intensification se caractérise par une tendance très nette en faveur de **la spécialisation** des exploitations au profit soit de la production laitière, soit, mais moins nettement, de la production de viande (veaux lourds et agneaux).

Cette spécialisation fortement encouragée par la mise en place en amont et en aval de la production d'un appareil agro-industriel de plus en plus puissant apparut comme indispensable à la poursuite de l'accroissement de la productivité des exploitations. Ses effets furent particulièrement spectaculaires en matière de production laitière. Mais une telle spécialisation ne put se réaliser sans un **investissement** en capital important dans les exploi-

tations (bâtiments, salle de traite, cheptel...), d'où un nouvel « écrémage » des exploitations à partir de 1965.

Bien que le mouvement se soit poursuivi au cours des années 70, il a cependant commencé à manifester des signes d'essoufflement.

D'une part, les accroissements de productivité sont devenus de plus en plus difficiles et coûteux à obtenir au fur et à mesure que l'on se rapprochait du potentiel de production des cultures et des animaux ; d'autre part, sont apparus des **effets pervers de cette intensification** : charge accrue en travail, endettement, accroissement des risques techniques et économiques induits par la spécialisation. C'est alors que cette option a été progressivement remise en cause et que l'on a commencé à s'intéresser à nouveau à la **diversification** des productions au sein des exploitations et que l'on a par exemple redécouvert l'intérêt de la mixité en élevage.

C'est sur cette toile de fond de l'évolution de l'agriculture ségali, très rapidement brossée, que se sont différenciées les exploitations observées en 1984.

Confirmant ce que d'autres études de l'INRA SAD avaient déjà mis en évidence, deux éléments essentiels sont apparus prépondérants dans cette diversification :

— d'une part, la situation patrimoniale de départ des agriculteurs et en particulier dans le domaine foncier,

— d'autre part, leurs projets liés étroitement à leur situation familiale et en particulier à la perspective de voir ou pas des enfants assurer la succession des parents.

Nous ne détaillerons pas ici la typologie des exploitations qui a résulté des analyses faites sur le terrain, pour nous limiter à quelques illustrations de l'effet de ces deux facteurs.

Ainsi, d'une façon générale, on note que les exploitants sans succession assurée ne se sont pas engagés dans « l'aventure » de l'intensification laitière pronée par les services officiels et encouragée par la profession. Ils ont plutôt opté pour la production de viande (bovine et/ou ovine suivant leur situation géographique) moins contraignante en travail et nécessitant moins d'investissement.

Pour ceux qui disposent au départ d'une assise foncière suffisante (supérieure à 30 ha), une telle option leur a assuré des revenus satisfaisants. Par contre, pour les autres, cela s'est traduit par des revenus plus modestes qui ont été le prix à payer pour ce choix de production qui était avant tout un choix de mode de vie.

Par contre, ce sont les jeunes agriculteurs ou les ménages assurés d'une succession et disposant au départ d'une base foncière limitée (15 à 20 ha) qui se sont préférentiellement engagés dans la spécialisation laitière. Ils ont tenté tout à la fois d'accroître leur surface, d'aménager leurs bâtiments, d'améliorer leur cheptel et de transformer profondément leurs systèmes de culture (intensification des rotations, ensilage, etc...).

Ceux qui se sont lancés dans cette voie suffisamment tôt, à une époque où les crédits d'investissement étaient avantageux (1965-1975) ont en général amélioré leurs revenus. Par contre, depuis 1980, cette option est nettement plus coûteuse du fait du fort renchérissement des charges liées au capital d'exploitation qui est devenu aussi important que le capital foncier.

Autre constatation, si la formidable évolution de l'agriculture ségali s'est accompagnée comme dans l'ensemble de la France, bien qu'à un degré moindre, d'une diminution sensible des exploitations, certaines ont cependant survécu sans pour autant avoir adopté les modèles techniques dominants. Nous avons déjà signalé le cas des grandes exploitations qui, grâce à leur base foncière, ont pu garder une certaine marge de liberté, mais on note également la survie d'un nombre important de petites exploitations.

Ces petites exploitations apparaissent comme doublement marginales du fait d'une part de leur mode de perfectionnement, d'autre part du peu d'intérêt qui leur a été porté par les organismes de développement. Cette attitude est en train de changer car, si durant la période de forte croissance économique de la France il était possible pour ces exploitants et surtout leurs successeurs d'aller chercher fortune ailleurs, cela ne l'est plus maintenant.

Comment survivent-elles ? Contraintes par la même nécessité d'accroître la productivité du travail, mais disposant de peu de surface, elles ont souvent opté pour l'élevage hors-sol (élevage porcin en particulier).

Elles survivent également grâce à la double activité. Cette situation autrefois mal considérée par la profession agricole qui manifestait quelques réticences à reconnaître à ce type d'exploitant le statut de « vrai agriculteur », est maintenant largement reconnu, ne serait-ce que parce que la présence de ces doubles actifs permet un certain maintien de la population rurale et donc des services qui lui sont attachés (transport - école).

Reste, dans cette catégorie des exploitations situées en-deçà du seuil de viabilité officiel (inférieures à 15 ha) un certain nombre d'agriculteurs âgés dont la disparition va contribuer à la poursuite de la concentration foncière prévue pour les décennies à venir.

b) En Afrique du Nord et plus particulièrement au Maroc

La diversité des exploitations trouve son origine dans une **répartition très inégale des moyens de production** (terre, eau capital, main d'œuvre) résultat d'une histoire agraire mouvementée qui s'est traduite par des rapports sociaux assez inégalitaires.

De ce fait, les exploitants disposant de moyens de production déséquilibrés (certains ont trop de terre par rapport à leur force de travail, d'autres au contraire manquent de terre mais ont de la force de travail à « revendre ») vont chercher par différents types d'ajustements à **rééquilibrer leur système de production**. C'est précisément par l'analyse de ces ajustements que vont pouvoir être révélées les stratégies adoptées par les agriculteurs dans la conduite de leurs exploitations. Des contrats coutumiers fixent la valeur relative des différents moyens de production, ainsi, celui qui n'apporte que sa force de travail a droit généralement au 1/5e de la récolte d'où son nom le « Khammes ». La terre, elle, suivant sa fertilité, ses possibilités d'irrigation, les risques climatiques, peut valoir entre le quart et la moitié de la récolte finale, etc...

Ces contrats, même si l'Etat tente de leur substituer une nouvelle législation basée sur une rémunération fixe des facteurs de production, continuent à constituer le cadre juridique de référence de négociation, entre agriculteurs,

qui s'instaure avant chaque campagne agricole en vue de constituer des systèmes de production fonctionnels.

Cette façon d'aborder la diversité des exploitations peut être illustrée par une étude de **typologies d'exploitations** effectuée dans le village de Hrarda en Chaouia au Maroc (EL HAILOUCH 1982) où l'on a cherché précisément à mettre en évidence les différentes stratégies d'ajustement des agriculteurs. Nous ne présenterons pas ici les modes de réalisation de cette étude pour aller directement aux résultats auxquels elle a abouti en matière de typologies des exploitations.

— 23 % des foyers du village sont sans terre (familles déshéritées, migrants venus du sud, etc...). Ils sont les équivalents des « brassiers » du Ségala qui au 18e siècle étaient en proportion comparable. Comme eux, le premier expédient de ces paysans sans terre pour assurer leur survie et celle de leur famille consiste à louer leurs bras, à vendre leur force de travail aux autres exploitants, en devenant ouvriers agricoles occasionnels.

Une minorité d'entre eux cependant cultive de la terre prise à bail. Ce sont ceux qui disposent d'un attelage. Toujours, comme jadis au Ségala, cette location est assortie de conditions spéciales, elle ne dure qu'un an et la terre doit obligatoirement être consacrée à des cultures sarclées (Bernicha : légumineuses ou maïs) car les grandes exploitations qui louent ces terres ont du mal à mécaniser ce type de culture, mais en apprécient la valeur comme précédent à une culture de céréale.

Comme généralement cette location est trop limitée (2,3 ha en moyenne/exploitation) pour subvenir aux besoins de la famille, ces agriculteurs recourent aussi à la vente occasionnelle de leur force de travail.

— Un bon tiers des exploitants possèdent une superficie de terre inférieure à 5 ha, seuil de viabilité des exploitations dans cette région. Dans cette catégorie, deux stratégies sont adoptées. Une partie de ces exploitants, mal équipés, cultivent cependant leurs terres grâce à des associations d'attelage ou même parfois à la location de tracteur. Du fait des faibles surfaces cultivées, ces exploitants disposent d'un excédent de main d'œuvre familiale qu'ils utilisent pour se procurer des revenus annexes comme ouvrier saisonnier dans le village ou à l'extérieur.

Comme le groupe précédent, la stratégie dominante est la vente de leur force de travail.

Une autre partie de ces microfundiaires prend de la terre à bail. Ce sont en général ceux qui disposent d'une plus grande force de traction (2 attelages en moyenne par exploitation). Cet équipement excédentaire par rapport aux surfaces possédées (1 attelage permet de cultiver 4 à 5 ha) est ainsi valorisé par la location de terre. Celle-ci provient généralement de parents ou d'alliés émigrés en ville. Cette stratégie résulte donc de situations particulières - présence d'actifs jeunes dans l'exploitation - liaison familiale avec des migrants, équipement en traction animale. Leur situation demeure cependant précaire et il leur arrive aussi occasionnellement de devoir vendre leur force de travail en particulier après de mauvaises récoltes.

— Le type suivant que nous avons distingué est constitué par les petites exploitations familiales qui possèdent des surfaces cultivées limitées (4 à 6 ha) mais suffisantes pour assurer les besoins minimum de la famille. Ayant moins de charges que les précédentes, elles mobilisent leur capital financier, quand il existe, dans des activités commerciales demandant peu d'investissement ou dans l'élevage. Le recours au salariat agricole est exceptionnel.

— 15 % des exploitants du douar disposent de surfaces variant entre 6 et 15 ha. Les moyens dont disposent ces exploitations, que ce soit en terre, en main d'œuvre ou en traction sont assez équilibrés compte tenu de leur mode de culture. Cela leur permet d'avoir un fonctionnement plus autarcique et une certaine autonomie vivrière et financière. Le surplus est investi dans l'achat de matériel de culture et dans le commerce (boutiquiers).

— Résidant dans le village, on trouve une autre catégorie d'agriculteurs qui donne la quasi totalité de leur terre à bail. Ils occupent généralement des fonctions sociales (fquih, adoul) qui s'avèrent en partie incompatibles avec l'activité agricole. Ce sont eux qui fournissent une partie des terres prises en location par les microfundiaires.

— Autre type d'exploitation, celles qui disposent de surfaces importantes (entre 15 et 60 ha). Pour mettre en valeur de telles superficies, la traction animale ne suffit plus, d'où le recours systématique à la traction mécanique et à la motorisation, soit directement par l'acquisition de tracteurs et de moissonneuses batteuses, soit par le biais de la location.

Engagées délibérément dans l'économie de marché, ces exploitations privilégient la culture du blé tendre plus productif au détriment du blé dur (céréale surtout autoconsommée), font des travaux à façon chez les petits agriculteurs pour amortir leur matériel et pour certaines d'entre elles se livrent à des activités de commerce de bétail ou de transport.

Pour ce type d'exploitation minoritaire (7 %) où la surface à cultiver excède la force de travail familiale disponible, d'autant que les enfants sont souvent scolarisés, la stratégie d'ajustement des moyens de production passe en partie par l'emploi de main d'œuvre salariée mais surtout par le recours à la mécanisation.

Enfin, survivance du passé, existe dans le village une grande ferme de plus de 300 ha. Cette exploitation, en marge du village, était dans le passé une ferme de colon qui a ensuite été reprise par l'ancien caïd. Son mode de fonctionnement est assez particulier. Il est basé sur un système de production extensif : plus de 40 % de jachère, et prédominance des céréales, les sols de légumineuses et de maïs associés aux céréales sont en partie donnés à bail. Bien que la culture soit en grande partie mécanisée, la main d'œuvre permanente demeure importante (15 ouvriers). L'élevage, de type ovin, est également assez extensif.

Pour terminer la revue des différents types d'exploitations de ce village qui représentent assez bien la diversité des exploitations que l'on peut trouver dans la campagne marocaine, il faut signaler l'existence d'agriculteurs absentéistes, c'est-à-dire qui vivent en ville. Deux sous-types sont à distinguer. Ceux qui possèdent peu de terre et qui généralement la donnent en location à des membres de leur famille restés au village et ceux qui ont une surface plus importante (8 à 20 ha). Ils préfèrent alors en assurer l'exploitation par l'intermédiaire d'un métayer qui leur est souvent apparenté.

Pour simplifier la conduite et le contrôle de l'exploitation, les cultures sont mécanisées, elles sont d'ailleurs choisies en fonction de cette possibilité et l'élevage est confié au gérant en association (Ras el Mal).

c) En Afrique Noire et plus spécialement en Afrique de l'Ouest

Une première remarque s'impose : la notion même d'exploitation agricole au sens où elle est perçue et utilisée en Europe ne correspond guère à la réalité. Cela est dû, en particulier, à la non correspondance des unités de résidence, de consommation, de production et d'accumulation. Cette dissociation partielle de ces différentes unités et des décisions qui les concernent a été bien mise en évidence par les travaux des socio-économistes qui ont étudié le fonctionnement des communautés rurales africaines (ANCEY 1975, GASTELLU 1978, BENOIT-CATTIN et al 1982, BILLAZ et al 1981).

Il en résulte, entre autres, que lorsque l'on s'intéresse à l'analyse de la production agricole, il est préférable de parler d'unités familiales de production que d'exploitations agricoles.

Si on s'attache à l'analyse du fonctionnement et de la diversité des systèmes de production, le facteur qui nous paraît décisif dans le contexte africain est incontestablement **la mobilisation de la force de travail**.

La prépondérance de ce facteur dans les modes d'organisation sociale et technique des unités de production s'explique par le caractère des autres facteurs qui lui sont associés dans l'exploitation agricole du milieu.

Jusqu'à une époque récente et maintenant encore dans de vastes régions de l'Afrique de l'Ouest, **la terre n'était ou n'est pas un facteur rare**. Cela ne veut pas dire pour autant qu'elle soit « res nullius ». Elle fait l'objet de règles d'appropriation et d'exploitation très précises dans toutes les communautés rurales mais pendant longtemps elle n'est pas apparue comme un facteur de différenciation essentiel des unités de production. L'octroi de terre aux migrants, les dons et prêts de terre sans grande contrepartie, sont des pratiques qui attestent cette relative disponibilité de la terre.

Cette situation, bien entendu, est en train d'évoluer. Dans les zones où la densité de population s'est fortement accrue au cours des dernières décennies, on voit la terre devenir l'objet d'enjeux économiques et progressivement donner lieu à des transactions monétaires pour sa location ou son appropriation.

L'autre caractéristique des systèmes de production africains qui a jusqu'ici expliqué l'importance de la force de travail est le **faible niveau d'équipement** des unités de production, notamment en ce qui concerne la mécanisation et la motorisation des travaux agricoles. De ce fait, la productivité de ces unités est étroitement dépendante du nombre de travailleurs qui peuvent être mobilisés et la productivité du travail par catégories de main d'œuvre se révèle être assez homogène entre unités de production.

Il en résulte une sorte de paradoxe, à savoir que dans les systèmes de production traditionnels, la force de travail est à la fois le facteur de production primordial dans l'exploitation agricole du milieu et en même temps, ne constitue pas un critère de différenciation important entre unités de production dans la mesure où la productivité par travailleur est relativement constante du fait de l'absence de machine et du caractère essentiellement manuel des travaux agricoles.

Quand on parcourt l'Afrique de l'Ouest, cette différenciation existe cependant, mais elle se manifeste plus entre les différents groupements ethniques qu'entre les unités de production constitutives de ces groupements.

Les formes d'organisation et de mobilisation de la force de travail sont en effet très différentes entre les sociétés rurales africaines. Sans vouloir entrer dans l'analyse de ces différences qui dépasse à la fois notre compétence et le cadre de cette communication, il nous paraît intéressant de noter que, d'une façon générale, ces formes d'organisation consistent à mobiliser le travail de certaines catégories de travailleurs en situation de dépendance économique : les jeunes, les cadets, les femmes, autrefois les esclaves, sous le contrôle et au profit des anciens ou des catégories sociales dominantes. Un certain nombre de contreparties, notamment dans la redistribution du produit de ce travail assurent l'équilibre et le bon fonctionnement de ces systèmes d'organisation du travail.

C'est donc bien autour et en vue du contrôle de la force de travail que se sont organisés les systèmes de production dans les sociétés rurales traditionnelles et cette organisation s'applique de façon homogène à l'ensemble des unités de production. Du point de vue de l'analyse de la diversité de ces systèmes de production, il en résulte une conséquence méthodologique qui nous paraît importante.

Si l'on veut bien admettre qu'un système agraire se caractérise par un ensemble de pratiques sociales et techniques communes à l'ensemble d'une société rurale dans l'exploitation de son espace, c'est donc à cette échelle plus qu'au niveau des unités de production qu'il apparaît pertinent d'observer et d'analyser la diversité des systèmes de production. C'est précisément ce choix que nous avons fait à Maradi, au Niger, et qui nous a permis de confirmer cette hypothèse (Ph. JOUVE 1984).

Cependant, comme nous l'avons déjà signalé, les conditions sociales et économiques qui sont à l'origine de cette organisation particulière des systèmes de production en Afrique de l'Ouest ne sont pas immuables. Si dans certaines régions peu peuplées, **les mécanismes et stratégies de fonctionnement traditionnels des unités de production** sont encore vivaces et permettent une reproduction simple des systèmes de production, dans un certain nombre d'autres régions, ces mécanismes et stratégies **sont en train d'évoluer rapidement**. La terre, comme nous l'avons vu, peut devenir un facteur rare. Cela va entraîner non seulement une certaine monétarisation de son usage mais encore modifier profondément les stratégies des agriculteurs. Celles-ci, fondées jusqu'ici sur une valorisation maximum du travail, en optant pour cela, dans de nombreux cas, pour l'extensif, vont être amenées à se modifier pour chercher aussi une meilleure valorisation de la terre.

Par ailleurs, l'introduction d'outils de machines et de nouveaux moyens de traction (traction animale ou mécanique) modifient considérablement la productivité du travail et permet à ceux qui accèdent à ces moyens, d'obtenir un avantage stratégique qui entraîne la différenciation de leur système de production par rapport à ceux qui en sont restés à la culture manuelle.

Enfin, le développement de l'économie marchande qui existait autrefois mais de façon plus marginale, renforce ces évolutions techniques en permettant l'acquisition de moyens de production nouveaux, mais surtout, vient profondément perturber les règles de dépendance sur lesquelles étaient fondés les systèmes de production anciens. Il en résulte une destructuration de ces systèmes au profit d'unités de productions familiales plus limitées, plus indépendantes et surtout plus différenciées. A ce stade d'évolution, les facteurs de différenciation des unités de production vont être : l'ouverture au marché, l'accès aux moyens de production modernes et en particulier à la mécanisation, l'accès également au foncier, les formes de mobilisation du travail et notamment le recours à la main d'œuvre saisonnière, enfin l'influence des activités et revenus annexes dans l'économie de l'exploitation.

C'est en tenant compte, à la fois des modes d'organisation traditionnels de l'exploitation agricole du milieu et des conditions d'évolution et de différenciation de cette organisation, qu'il est possible, en Afrique de l'Ouest, d'appréhender la diversité des unités de production et de raisonner la construction de typologies de ces unités.

CONCLUSION

Pour une participation des agriculteurs, à l'établissement et l'évaluation des typologies d'exploitation.

Le survol, très rapide que nous avons fait de quelques principes de construction de typologies suivant différentes situations agraires montre que les mécanismes de différenciation des exploitations sont en grande partie contingents du contexte technique et surtout socio-économique dans lequel s'inscrit le fonctionnement de ces exploitation. Est-ce une raison suffisante pour considérer que la construction de typologies d'exploitations est une activité totalement empirique, fonction seulement du type de différenciation que l'on veut mettre en évidence ?

Nous ne le pensons pas. Quel que soit l'objectif recherché il nous apparaît utile de disposer d'un cadre conceptuel concernant le fonctionnement des exploitations agricoles à partir duquel on puisse raisonner le choix des indicateurs de différenciation en fonction du point de vue que l'on privilégie, quitte à remettre en cause ce choix initial, c'est-à-dire les hypothèses préalables de différenciation en fonction des réponses qu'apporte l'analyse de la réalité. C'est de cette façon que l'on pourra éviter de tomber dans le travers trop fréquent d'enquêtes inadaptées et trop lourdes.

A travers l'analyse comparée des différentes démarches adoptées en matière de typologies d'exploitations, il apparaît que ces typologies peuvent se répartir en deux grandes catégories : d'une part celles qui visent à connaître les mécanismes de différenciation des exploitations dans le temps et dans l'espace, d'autre part, celles qui cherchent à fournir un support ou un cadre à la définition et à l'exécution d'actions et de développement.

Bien que ces deux orientations se recoupent souvent, elles permettent cependant de distinguer les typologies essentiellement cognitives de celles qui ont un but plus opérationnel.

Si l'on veut bien admettre que la finalité des recherches agronomiques, particulièrement dans les pays en développement, doit être d'accroître l'efficacité des interventions en faveur du développement, les typologies ayant cette finalité requièrent donc une attention particulière.

Or, il nous semble que dans les démarches généralement adoptées dans cette perspective, on n'a pas jusqu'ici suffisamment valorisé la perception qu'ont les agriculteurs de la ressemblance ou de la différence de leurs exploitations.

Un premier pas dans ce sens consiste à soumettre à l'évaluation des agriculteurs eux-mêmes les résultats des analyses dont ils ont fait l'objet. Cet exercice a été effectué dans le Ségala. Il s'est avéré extrêmement intéressant à la fois pour vérifier la réalité des catégories d'exploitation qui avaient été distinguées mais aussi pour permettre l'appropriation par les agriculteurs et les responsables du développement de l'outil d'analyse et d'action que constitue la typologie des exploitations de leur région.

On peut imaginer d'aller plus loin en cherchant à construire directement une typologie d'exploitations à partir de la représentation qu'ont les agriculteurs des similitudes et des différences de leurs exploitations.

Cela postule que les agriculteurs sont capables d'une auto-analyse de leur situation. En général, ils ont cette capacité, par contre il leur est parfois difficile pour des raisons diverses d'exprimer devant un tiers des différences de statut, de richesse ou de savoir. Sous réserve d'un certain nombre de précautions : établissement de relations de confiance avec les agriculteurs, explication des finalités de l'opération... il est cependant possible de faire effectuer cette auto-évaluation des différences de fonctionnement entre les exploitations.

Les critères de ressemblance ou de différence qui seront retenus par les agriculteurs permettent de mettre à jour ce qui compte à leurs yeux dans la différenciation des exploitations et qui peut être très différent de ce que les techniciens ont tendance à privilégier.

Cela permet aussi de révéler les relations et les mécanismes de solidarité et d'opposition entre exploitants, ce qui fournit de bonnes bases pour la constitution des groupements d'agriculteurs indispensables à la démultiplication des actions de développement.

Cette approche n'est évidemment pas exclusive des démarches plus classiques et en principe plus objectives, adoptées en matière de construction de typologies d'exploitations, elle en constitue néanmoins un complément fort utile chaque fois que l'on se préoccupe de donner à ces typologies un caractère opérationnel en faveur du développement rural.

BIBLIOGRAPHIE

ANCEY G., 1975. - Niveaux de décision et fonctions-objectif en milieu rural africain. - note AMIRA n° 3.

BENOIT-CATTIN M., FAYE J., 1982. - L'exploitation agricole familiale en Afrique Soudano-sahélienne. - Techniques vivantes PUF.

BILLAZ R., DIAWARA Y., 1981. - Enquêtes en milieu rural sahélien. - Techniques vivantes PUF.

BLANC-PAMARD CH., MILLEVILLE P., 1985. - Pratiques paysannes, perception du milieu et système agraire. - in : « à travers champs-agronomes et géographes » Edition ORSTOM Paris.

BROSSIER J., PETIT M., 1977. - Pour une typologie des exploitations agricoles fondée sur les projets et les situations des agriculteurs. - in : Economie Rurale n° 122, p. 31-40.

CAPILLON A., MANICHON H., 1979. - Une typologie des trajectoires d'évolution des exploitations agricoles. - in : C.R. Agr. n° 13.

DEFFONTAINES J.P., PETIT M., 1985. - Comment étudier les exploitations agricoles d'une région. - SAD-INRA. Etudes et Recherches.

EL HAILOUCH M., 1982. - Catégories structurelles et fonctionnement technique des exploitations agricoles d'un douar de Haute Chaouia. - mémoire IAV Hassan II Rabat.

GASTELLU J.M., 1978. - ... Mais où sont donc ces unités économiques que nos amis cherchent tant en Afrique ?. - note AMIRA n° 26.

GUILLONNEAU A., 1985. - Evolution récente et essai de typologie des exploitations du Ségala Aveyronnais. - mémoire DSA-CIRAD.

HOUDARD Y., 1977. - Dynamique de l'évolution des exploitations agricoles, situations familiales et systèmes de production dans la région de Rambervilliers (1970-1974). - in : Economie Rurale, n° 122 p. 41-50.

JOUVE P., 1984. - Typologie des agrosystèmes villageois du département de Maradi. - Documents systèmes agraires n° 3, DSA-CIRAD.

LEPLAIDEUR A., 1985. - Les systèmes agricoles en zone forestière : les paysans du Centre et du Sud du Cameroun. - Thèse 3e cycle - Montpellier.

OSTY P., 1978. - L'exploitation agricole vue comme un système. - in : BTI 326 43-49.

WOLF C., SALLES J.M., 1984. - Contribution à l'étude de l'agriculture du Ségala : une analyse de son développement. - mémoire DAA INAPG-ENSAM.

26

Réflexions sur la spécificité et l'utilité de la notion de système agraire.

Philippe JOUVE

Les Cahiers de la Recherche Développement
n° 20 - Décembre 1988

QUELQUES REFLEXIONS SUR LA SPECIFICITE ET L'IDENTIFICATION DES SYSTEMES AGRAIRES

P. JOUVE*

RESUME

La notion de système agraire, d'origine relativement récente, est désormais d'un usage courant dans les recherches et les études portant sur le milieu rural. Mais cet usage montre que la signification donnée à ce concept est assez mouvante. Aussi, dans une première partie, sont analysées les différentes définitions qui lui sont habituellement attribuées afin de mettre en évidence ce qui en constitue la spécificité notamment par rapport aux autres systèmes agricoles. Ensuite sont présentées les caractéristiques du «système» correspondant à ce niveau d'organisation. Pour cela sont identifiés les éléments qui le constituent et qui peuvent se regrouper en trois grandes composantes : physique, socio-économique et technique, constituant la structure de base de tout système agraire. Puis on été examinés les différents types de relations entre ces composantes déterminant le fonctionnement du système.
Ensuite a été étudié le problème de l'identification et des limites sur le terrain, des systèmes agraires. Pour cela deux moyens sont proposés : la lecture des paysages agraires et le repérage des règles et pratiques communes et de leur extension spatiale.
Enfin, en conclusion, on s'interroge sur l'utilité d'un tel concept pour l'étude du milieu rural comme pour son développement. Il apparaît que sa pertinence est variable suivant les situations et en particulier le degré d'évolution technique et économique des sociétés rurales, néanmoins la notion de système agraire constitue un instrument privilégié pour saisir la diversité géographique des modes d'exploitation de milieu rural et leur dynamique à l'échelle régionale.

MOTS CLES *Développement rural - Système agraire - Concepts - Identification - Paysage - Pratiques agricoles*

«Ce sont maintenant les objets qui sont représentés par des métaphores, c'est leur organisation qui fait figure de réalité».

BACHELARD

INTRODUCTION

La notion de système agraire est relativement récente, comparée à celle de concepts proches avec lesquels elle a parfois été confondue, tels que système de cultures, utilisé par les agronomes depuis près de deux siècles, ou structures agraires dont l'usage est depuis longtemps familier aux économistes et aux géographes.

Cette relative jeunesse du concept de système agraire explique peut-être, l'intérêt qu'on lui porte depuis quelques années, intérêt manifesté aussi bien par les séminaires et colloques qui lui sont consacrés que par la création de programmes de recherche ayant les systèmes agraires comme intitulé.
Mais à y regarder de plus près, on s'aperçoit que l'emploi qui est fait de ce concept est fort disparate et recouvre des pratiques et des objets d'étude très diversifiés ; l'usage le plus discutable étant de réduire la notion de système agraire à celle d'un simple concept englobant les différents systèmes agricoles que l'approche systémique de la production agricole conduit à identifier (système de culture, de production, etc...). Dans cette acception, il n'est en quelque sorte que la courbe enveloppe des sous-systèmes qu'il inclut. Or s'il ne devait être que cela, il ne saurait être considéré comme un système véritable dont une des caractéristiques de base est que «le tout est plus que la somme des parties».

* DSA - CIRAD

Se pose donc le problème de l'identité de ce concept : qu'est-ce qu'un système agraire, qu'est-ce qui fonde sa singularité par rapport aux autres systèmes agricoles ? C'est précisément la première question à laquelle nous essaierons de répondre. Puis nous tenterons de voir quel peut être son utilité. Dans un prochain article, nous présenterons une méthode d'étude des systèmes agraires, élaborée à partir de ces réflexions et de l'expérience acquise sur un certain nombre de terrains.

I - DEFINITIONS DES SYSTEMES AGRAIRES

L'émergence récente du concept de système agraire, ainsi que les usages diversifiés qui en ont été faits, expliquent la large gamme de définitions auxquelles il a donné lieu. Aussi une première façon d'appréhender ce qui constitue les aspects fondamentaux et singuliers de la notion de système agraire consiste à comparer ces définitions en nous limitant cependant à celles le plus couramment utilisées.

Les différentes définitions des systèmes agraires

La plus ancienne, citée par G. SAUTTER est celle de CHOLLEY (1946). Elle met en évidence le caractère «collectif» et «historique» du processus constitutif d'un système agraire : *«Le système agraire évoque d'abord une conception psychologique plus ou moins collective résultant des apports de toute une série de générations et comprenant des tendances ethniques, des traditions, des expériences individuelles, des échanges avec d'autres groupements humains, etc... qui règlent le choix des cultures et leur combinaison, c'est-à-dire la manière de les répartir sur la terre... Le système agraire répond ensuite à une organisation du travail (outils, attelages, main-d'œuvre) que nous dénommons généralement le train de culture».*

mettent en évidence leur caractère de production collective et historique

Ce qui est également intéressant à remarquer dans cette définition, c'est la notion de «règles» sur laquelle nous reviendrons car elle est une des clés de l'identification des systèmes agraires. Notons au passage que, pour CHOLLEY, ces règles concernent essentiellement la conduite des cultures et leur «combinaison», ce qui recoupe tout-à-fait la définition moderne des système de cultures (SEBILLOTTE, 1982) et qui explique l'assimilation faite par l'auteur entre systèmes de cultures et systèmes agraires.

Il poursuit en considérant les systèmes agraires comme partie d'un ensemble complexe d'éléments en «combinaison», on dirait maintenant en interaction. *«Cette combinaison, comme la plupart de celles qui sont l'expression d'une activité humaine, est d'ordre à la fois physique, biologique et humaine»*. Cette triade, sous des désignations proches, se retrouve dans les définitions données au concept de système agraire par B. VISSAC et M. MAZOYER.

Pour le premier *«un système agraire est l'expression spatiale de l'association des productions et des techniques mises en œuvre par une société en vue de satisfaire ses besoins. Il exprime en particulier l'interaction entre un système bio-écologique représenté par le milieu naturel et un système socio-culturel, à travers des pratiques issues notamment de l'acquis technique».*

Pour le second *«un système agraire, c'est d'abord un mode d'exploitation du milieu historiquement constitué et durable, un système de forces de production adapté aux conditions bioclimatiques d'un espace donné et répondant aux conditions et besoins sociaux du moment».*

la société rurale acteur principal

et gestionnaire d'un espace

Dans ces deux définitions, nous retrouvons la référence à la société comme acteur principal de ce niveau d'organisation et par là, la notion de système agraire se distingue nettement des autres systèmes agricoles en ce qui concerne son domaine d'application.

Par ailleurs est nettement affirmée la dimension spatiale dans laquelle s'inscrivent les relations qui déterminent le fonctionnement des systèmes agraires. Cette référence à l'espace et à sa gestion, explique que les recherches sur les sytèmes agraires constituent un terrain de rencontre et de coopération privilégié entre géographes et agronomes même si les premiers ont eu pendant longtemps, dans ce domaine, une sérieuse avance sur les seconds.

Enfin sont mentionnés deux éléments essentiels de toute définition d'un système : sa finalité (satisfaire les besoins de la société concernée) et les conditions de son devenir historique lié à sa reproductibilité dans le temps qui pose le problème de l'évolution des systèmes agraires.

En résumé, à travers ces différentes définitions et si on exclut les deux dernières caractéristiques à caractère général, il est facile d'identifier les «mots clés», les dénominateurs communs qui fondent l'identité de la notion de système agraire, à savoir : espace, société, intéractions entre facteurs physiques, techniques et humains.

On peut donc considérer qu'un système agraire correspond aux modes d'exploitation agricole d'un espace donné par une société résultant de la combinaison de facteurs naturels, socio-culturels, économiques et techniques. (1)

Quoiqu'il en soit, si l'on veut aller plus loin dans la définition de l'identité des systèmes agraires, il nous semble nécessaire de s'interroger sur la nature même du «système» auquel on a à faire.

II - LES COMPOSANTES D'UN SYSTEME AGRAIRE ET LEURS RELATIONS RECIPROQUES

1. Les éléments structurels :

trois grands types de composantes correspondant

Si l'on se réfère à la définition générale d'un système : «objet complexe formé d'éléments ou de composants distincts entre eux et conférant à l'ensemble une unité fonctionnelle», il ressort qu'un système est d'abord un ensemble d'éléments. Dans le cas d'un système agraire on peut en distinguer trois grands groupes :

au milieu naturel

— les éléments correspondant aux caractéristiques du milieu naturel, ayant une influence sur le mode d'exploitation agricole de l'espace considéré. Dans ce premier groupe vont se retrouver les caractéristiques des sols, du climat, de la végétation naturelle, caractéristiques constitutives de la composante bio-physique mentionnée dans les définitions précédentes.

au milieu humain

— les éléments socio-économiques du peuplement humain qui sont en relation avec l'exploitation de l'espace occupé par ce peuplement. Ces éléments concernent aussi bien les caractérisitiques démographiques de la société rurale considérée, que son organisation économique ou la nature des rapports sociaux, le tout étant en partie héritage de l'histoire et produits d'une culture.

aux techniques

— Enfin les éléments caractérisant les techniques d'exploitation agricole du milieu, techniques considérées au sens large c'est-à-dire incluant aussi bien les techniques culturales et zoo-techniques proprement dites, que l'outillage, le matériel végétal, les modes d'aménagement du milieu. Cette dernière composante correspondrait à la notion de «panoplie technique» proposée par GOUROU pour caractériser les capacités de maîtrise du milieu par une société rurale et comprendrait les éléments constitutifs du «système technique» dont parle MAZOYER pour définir la combinaison cohérente de techniques mises en œuvre par une société pour exploiter son milieu.

2. L'étude du fonctionnement

les relations entre composantes bases du fonctionnement des systèmes agraires

Ces trois grandes composantes du système agraire, sont celles qui lui confèrent sa structure. Mais on ne peut légitimement parler de système que si on dépasse la simple identification des éléments qui le constitue pour s'intéresser à son fonctionnement. Trop souvent les études de systèmes agraires se limitent à la seule description de leurs éléments structurels, ce qui leur confère un aspect monographique qui est la façon la plus commune de dévoyer l'approche systémique.
Pour se prévaloir d'une telle approche, il faut accéder au fonctionnement du système en mettant à jour les relations, les intéractions et les articulations spatiales et temporelles entre les éléments propres à chacun des trois grands types de composantes identifiés précédemment. Dans ce domaine, plus que dans tout autre, l'affirmation de BACHELARD (1965) est particulièrement vraie : «C'est la relation qui dit tout, qui prouve tout, qui contient tout».

quelques repères

Les relations qui peuvent s'établir entre les trois grandes composantes de base du système permettent de déterminer un certain nombre de caractéristiques fonctionnelles qui serviront ensuite de repères et de guides à l'étude de tout système agraire. Dans un premier temps, nous examinerons les relations qui s'établissent entre les composantes prises deux à deux :

---

1. Le qualificatif d'agricole peut prêter à discussion du fait de son caractère apparemment restrictif. Il signifie simplement que ce sont les activités liées à la production agricole ou en relation directe avec elle qui seront prises en considération dans la définition d'un système agraire. Cela comprend bien entendu outre les productions et les processus techniques qui leur sont associés, les modalités de gestion d'utilisation et de reproduction des facteurs de production. C'est finalement moins restrictif qu'on ne le croit, mais cela ne saurait inclure toutes les activités ou éléments du fonctionnement d'une société rurale (santé, religion...). C'est probablement à cause de ces limitations que certains géographes préfèrent utiliser le terme de système rural. A chaque point de vue ses outils.

a) Les relations entre les composantes sociales et physiques d'un système agraire peuvent être appréhendées par l'étude de l'organisation sociale relative à l'utilisation et la gestion des ressources du milieu naturel. L'usage qui est fait de la première de ces ressources qu'est la terre,

l'usage du foncier

sera analysée à travers les pratiques d'appropriation, d'utilisation et d'échange qui lui sont propres (ce qui permettra de comprendre comment est géré le foncier). La répartition plus ou moins inégalitaire de ce foncier entre les différents groupes sociaux et ethniques (structures foncières) et la génèse historique des disparités d'accès au foncier seront très révélatrices des rapports de force au sein de la société rurale.

des ressources naturelles

De la même façon, on s'attachera à comprendre l'organisation sociale relative à la gestion des autres ressources naturelles : l'eau (modalités de mobilisation et d'usage, droits d'eau...), la végétation naturelle, parcours, forêts, (règles d'exploitation : mise en défens, limitation des prélèvements...), éventuellement la faune (droits de chasse).
La complexité et le degré de sophistication des règles produites par une société pour gérer ses ressources naturelles constituent de bons indicateurs de leur rareté et de leur caractère stratégique. La gestion de la terre et de l'eau par les Seksawa décrite par J. BERQUE dans son ouvrage sur «les strutures sociales du Haut-Atlas» en est un bon exemple.

b) L'étude des relations entre la composante sociale et humaine et la composante technique des systèmes agraires va fournir des éléments de compréhension de ce que l'on appelle le système technique *senso latu* et de sa dynamique historique.

l'organisation du travail

Pour cela l'étude devra porter tout d'abord sur la gestion et l'organisation du travail dans ce système. La durée journalière moyenne du temps de travail, la productivité de ce travail constituent de bons repères du stade d'évolution des sociétés rurales et du fonctionnement de leurs systèmes agraires. De même la forme et les modalités du travail au sein des unités de production (répartition des tâches par sexe, par âge...) et au sein de la société elle-même (esclavage, métayage, salariat, entraide,...) sont également très significatifs de ce mode de fonctionnement.
L'autre aspect du système agraire, qui résulte de cette relation entre l'organisation d'une société et sa capacité de maîtrise et de transformation du milieu qu'elle exploite, concerne les moyens techniques qu'elle utilise. Par moyens techniques, il faut entendre aussi bien la force de traction (manuelle, animale mécanique,...) que le degré d'utilisation des intrants ou la nature de l'outillage.

les moyens techniques utilisés

Au-delà de l'inventaire de ces moyens, qui ne peut être qu'un préalable dans une approche systémique, il est important de mettre en évidence la combinaison de ces moyens et son influence sur la productivité du travail qui traduit un mode de production (MAZOYER 1987) et révèle un stade d'évolution dans les processus d'exploitation du milieu et de ses ressources comme l'a montré BOSERUP (1970), dans sa thèse sur l'évolution agraire en fonction de la pression démographique.

et la productivité du travail

C'est aussi dans cette articulation entre système technique et société que se manifestent souvent les traits les plus originaux des systèmes agraires qui, peuvent aider à leur identification pratique sur le terrain.
Les éléments de leurs sytèmes techniques qui peuvent ainsi singulariser les systèmes agraires sont très divers. En effet ces caractéristiques emblématiques peuvent être tout aussi bien :

caractéristiques symboliques des systèmes agraires

- une espèce cultivée : le riz pour les Diola de Casamance, la pomme de terre pour les sociétés andines ou le palmier dattier pour les communautés oasiennes et, pour prendre des exemples moins exotiques, la vigne dans le Languedoc sans parler du «pays de la mirabelle»,
- une espèce animale : les bovins pour les Peuls, les dromadaires pour les Touaregs ou le buffle du Sud-est asiatique,
- une technique comme la culture sur billon des Kabié au Togo qu'ils transportent avec eux dans leur migration vers le sud,
- un type d'aménagement : les clôtures du «bocage» Bamileke au Cameroun par exemple,
- ou un outil : la machette des sociétés forestières, l'iler des agriculteurs sahéliens.

c) Le dernier type de relations binaire est celui qui s'établit **entre la composante technique du système et le milieu physique.**

une dépendance aux contraintes physiques variable suivant la technicité et l'économie des sociétés rurales

A priori on est tenté de penser que ce type de relations est d'autant plus fort que le niveau technologique de la société rurale est peu développé et donc qu'elle dispose de peu de moyens pour s'affranchir des contraintes du milieu. C'est en partie vrai, mais en partie seulement car on note que, dans de mêmes conditions pédoclimatiques, des sociétés rurales peuvent élaborer des modes différents d'exploitation du milieu comme nous en donne l'exemple les Adjas et les Ewés qui se partagent l'exploitation de la même région du Togo (TALLEC, 1986). Cette diversité nous rappelle, qu'hormis les situations les plus contraignantes où la survie d'un groupe est en jeu, les déterminants

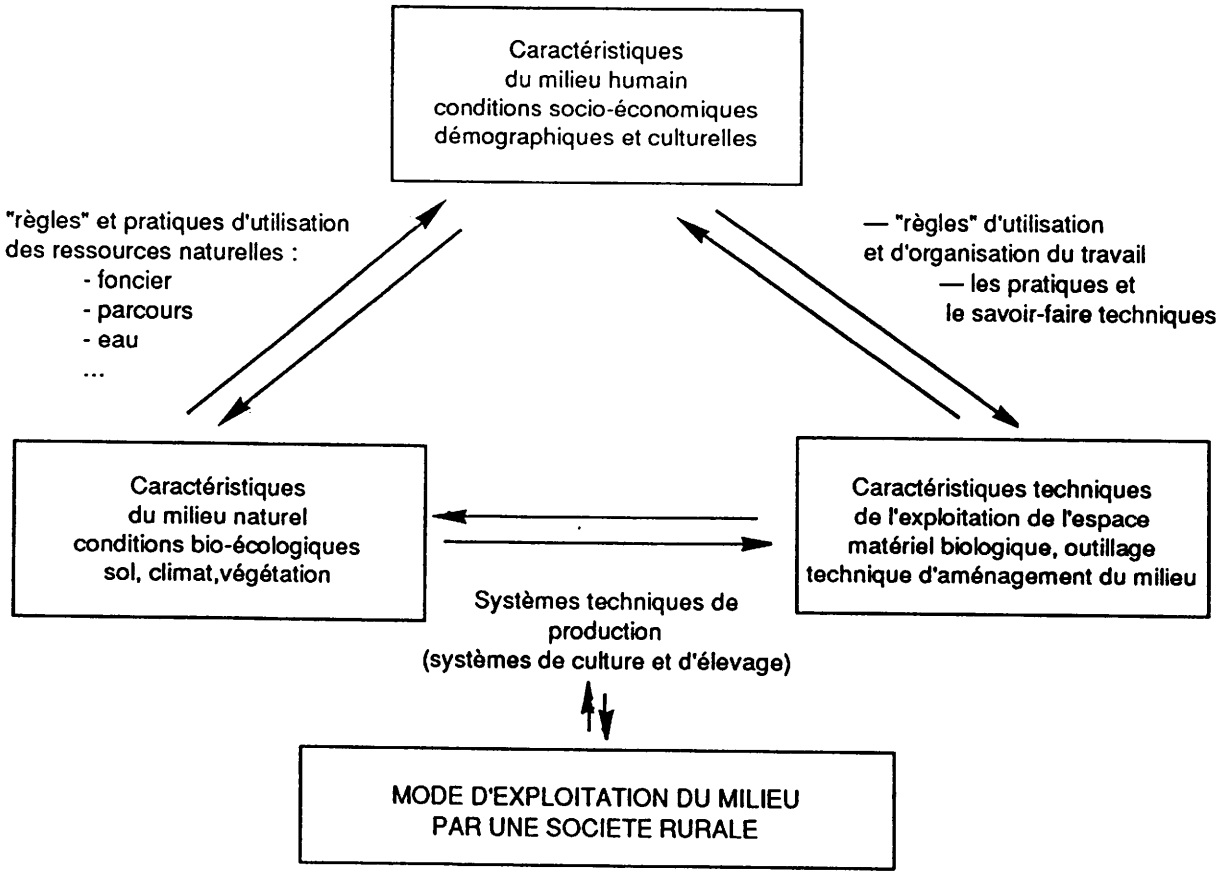
culturels et historiques influent tout autant que les données physiques du milieu sur l'organisation des systèmes agraires.
A l'inverse dans les sociétés rurales techniquement développées comme celles que l'on trouve en Europe et qui ont donc en principe les moyens de réduire, sinon de supprimer, les contraintes du milieu en l'artificialisant, on note cependant que la liaison entre un type de milieu et les systèmes techniques dominants qui y sont pratiqués est loin d'être abolie. Dans certains cas, là où le caractère marchand de l'agriculture est le plus développé, elle s'est même renforcée du fait de l'adoption, par la majorité des agriculteurs d'une région, du même mode d'exploitation des opportunités et potentialités locales par rapport à un marché de dimension nationale ou internationale.
Les sytèmes de culture en tant qu'exploitation homogène du milieu par une même combinaison de productions végétales et animales représentent certainement l'expression la plus manifeste de cette liaison entre la composante technique d'un système agraire et les caractéristiques physiques de son espace.

Prédominance des inter-relations entre les trois pôles du système

Si les différentes relations entre composantes prises deux à deux, permettent de structurer le champ d'étude d'un système agraire, on a cependant vite conscience que rares sont les relations de type binaire qui d'une façon ou d'une autre ne sont pas influencées par le troisième pôle du système. Ainsi les règles sociales qui président à la répartition ou à l'utilisation des terres (facteur physique) ne sont pas indépendantes des techniques d'exploitations de ces terres. Le prêt de terre, courant en Afrique dans les zones où la pression foncière n'est pas encore trop forte, sera le plus souvent assorti d'une clause interdisant les plantations qui pourraient pérenniser le droit d'usage de la terre prêtée. De même, au Maroc, de grands propriétaires louent certaines de leurs parcelles pour une seule campagne à des agriculteurs sans terre avec obligation d'y pratiquer une culture sarclée afin qu'ils puissent l'année suivante en récupérer la plus-value agronomique.

On voit donc que si l'on veut rendre compte du fonctionnement d'un système agraire on est amené à mettre à jour les interrelations entre les trois pôles qui le constituent comme le montre le schéma ci-dessous du fonctionnement global d'un système agraire.

MODELE SIMPLIFIE DU FONCTIONNEMENT D'UN SYSTEME AGRAIRE



III — IDENTIFICATION ET LIMITES

l'identification et la délimitation des systèmes agraires posent souvent des problèmes

L'identification sur le terrain des systèmes agraires pose des problèmes qui n'ont pas toujours trouvé de solutions satisfaisantes et qui explique peut-être le décalage entre la reconnaissance du concept et son utilisation effective comme outil de compréhension des réalités agraires.
A partir de ses réflexions précédentes sur la spécificité du concept de systèmes agraires, il nous semble possible de proposer des méthodes d'identification de ces systèmes qui permettent notamment d'en préciser l'extension spatiale et les limites.

1. L'analyse des paysages

les paysages reflets morphologiques des systèmes agraires

La première de ces méthodes s'appuie sur l'analyse et la lecture des paysages. En effet si on considère qu'un système agraire est fondamentalement un mode d'exploitation d'un espace donné, ce mode d'exploitation va se traduire nécessairement par une structuration particulière de cet espace, structuration liée à la répartition de l'habitat, du parcellaire des zones cultivées par rapport aux friches et aux forêts, etc... Bref il va en résulter une empreinte sur les paysages qui sera différente suivant le mode d'organisation adoptée et qui va constituer en quelque sorte la signature du système. Il suffit pour s'en convaincre de comparer la structure auréolaire des paysages sahéliens du pays de Haoussa au Niger avec l'occupation lacunaire du sud-ouest Burkina ou la forte anthropisation des paysages rwandais.

Le repérage puis la délimitation d'un système agraire passent donc par l'identification des paysages agraires qu'il a produit. Mais il ne faut pas seulement les repérer, les cartographier, il faut aussi savoir les interpréter, leur donner du sens en montrant leur liaison avec les conditions du milieu physique, l'articulation entre les différentes parties qui les constituent (l'ager et le saltus notamment) et les dynamiques historiques dont ils résultent.

les systèmes de culture éléments de lecture des paysages

Pour la partie cultivée, il existe un concept qui est particulièrement opératoire pour lire et comprendre ces paysages agraires, c'est celui de systèmes de culture, signalé précédemment. Il permet de distinguer des ensembles de parcelles conduits de façon relativement homogène et faisant l'objet en particulier des mêmes successions culturales.

dans les agricultures traditionnelles forte correspondance entre unité du milieu physique et systèmes de culture

Dans les agricultures traditionnelles on note une grande correspondance entre les systèmes de culture et les unités morphopédologiques du milieu. Les exemples de cette correspondance sont visibles partout ou presque. Ainsi quand on parcourt la toposéquence qui dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal, va des terres de falo, dans le lit mineur du fleuve jusqu'aux terres dunaires de diéri en passant par les terres des levées alluviales (fonde) et les terres de bas-fonds (walo), on voit qu'à chacun de ces types de terrain correspond un système de culture bien défini : système en partie maraîcher sur les rives du fleuve, système associant maïs et sorgho à cycle court sur les levées alluviales, système de culture de décrue à base de sorgho dans les bas-fonds, enfin système mil-sorgho-arachide ou niébé sur les sols dunaires.
Les mêmes correspondances se retrouvent en Casamance tout au long du transect qui va des «bolongs» aux terres de plateau en voie de colonisation, ou dans la péninsule de Sathing-Phra au Sud Thaïlande dont l'occupation du sol a été minutieusement étudiée par G. TREBUIL (1983).

fondement de la notion du terroir

La force et l'évidence de cette correspondance entre systèmes de cultures et unités de milieu nous conduit à retrouver la notion de terroir dans son acceptation traditionnelle, celle où le terroir correspond précisemment à un mode de mise en valeur homogène d'un même milieu. Et on ne peut s'empêcher de penser que l'utilisation par les géographes africanistes de ce même mot de terroir, dans un sens différent, pour désigner le territoire exploité par une communauté rurale ne fait que traduire la trop longue absence des agronomes et de leurs concepts dans l'analyse des paysages agraires et des pratiques agricoles qui les ont façonnés.

dans la vallée du Fleuve Sénégal, en Casamance, en Thaïlande, comme au Népal

A la lecture de ces paysages, il apparaît d'ailleurs que les systèmes de culture sont peut-être plus un constituant des systèmes agraires qu'un sous-ensemble des systèmes de production comme on a plutôt l'habitude de les considérer. Ainsi, au Népal, on observe un étagement particulièrement net des systèmes de culture en fonction du gradient altitudinal. A chaque étage correspond grosso modo un même mode d'occupation du sol, un même système de culture. Par contre l'analyse des exploitations concernées par chacune de ces strates fait apparaître une grande diversité d'unités de production aussi bien sur le plan des disponibilités foncières, monétaires ou en force de travail. Mais tout se passe comme si les contraintes du milieu étaient si prégnantes que par des ajustements entre exploitations, un seul système de culture était finalement adopté, celui-là même qui compte

tenu des techniques disponibles, se révèle le mieux adapté à ces contraintes et aux besoins de la société rurale du lieu. (KNEPFLER, 1986).
La même uniformisation des systèmes de culture se retrouve au Maroc dans des régions où, comme au Népal, on a de grandes disparités dans les structures agraires.
En définitive on peut considérer les paysages comme le reflet morphologique des systèmes agraires et les systèmes de culture comme une des clés de lecture de ces paysages pour la partie cultivée.

2. Le repérage des règles et pratiques communes

Le deuxième moyen d'identification des systèmes agraires que nous proposons a un caractère plus général que le premier, qui lui ne porte que sur les formes visibles des systèmes agraires. Ce deuxième moyen consiste à repérer les «règles» ou les pratiques sociales, techniques, économiques, communes à un ensemble d'unités de production et relatives à la gestion et l'exploitation agricole de leur milieu et de ses ressources.

Les pratiques communes à une société rurale résultent des règles plus ou moins explicites

La notion de «règles» ne correspond pas ici à des obligations strictes et cohercitives mais plutôt à un ensemble d'usages communs, en grande partie intériorisés et qui constituent une autre manifestation de la dimension culturelle et sociologique des systèmes agraires. Aussi est-on amené, comme l'a déjà noté G. SAUTTER, à faire un rapprochement avec la notion "d"»habitus» de P. BOURDIEU (1980) qu'il définit comme *«principe générateur et organisateur de pratiques et de représentations qui peuvent être objectivement réglées et régulières, sans être en rien le produit de l'obéissance à des règles objectivement adaptées à leur but sans supposer la visée consciente des fins et la maîtrise expresse des opérations nécessaires pour les atteindre»*.

"règles" techniques ou sociales, fondement des systèmes agraires

a) Ces règles ou usages communs concernent tout aussi bien **les processus de production** qui déterminent les systèmes de culture et d'élevage que les modes de gestion des facteurs de production : organisation du travail, répartition du foncier ou dévolution du surplus.
Ces règles, sont d'abord celles que les communautés rurales se sont données pour la gestion et l'exploitation de leurs ressources collectives (eau, parcours, forêts, etc...) mais elles recouvrent aussi les pratiques qui ,sans être formellement imposées, sont cependant d'usage commun comme peuvent l'être la pratique de la culture associée, l'entraide pour certaines tâches, ou les tontines destinées à collecter l'épargne, par exemple.

et moyen pratique d'identification et de délimitation de ces systèmes

Le principe de base de ce moyen d'identification des systèmes agraires paraît relativement simple. On considèrera comme relevant d'un même système agraire les communautés rurales ayant les mêmes «règles» en ce qui concerne le mode d'exploitation de leur milieu et les limites géographiques du système seront déterminées par l'extension territoriale de ces règles et pratiques communes.
Si le principe est simple, son application par contre soulève quelque difficultés. Celles-ci tiennent, entre autres, au degré de précision que l'on va adopter pour déterminer les règles et pratiques communes qui vont servir de base à l'identification et l'extension du système agraire. Ainsi à ne considérer, comme invariants et déterminants du système que quelques grandes caractéristiques communes ayant trait soit aux productions de base soit aux modes de production dominants, on est conduit à donner à la notion de systèmes agraires une grande extension spatiale correspondant le plus souvent à une vaste région agroécologique voire à un sous-continent.

b) C'est à cette échelle que se placent MAZOYER ou BOSERUP lorsqu'ils étudient **l'évolution historique** des systèmes agraires, caractérisée par des modes de production aussi généraux que la culture sur brulis, la jachère courte ou l'association agriculture-élevage.

l'extension spatiale des systèmes agraires

C'est également à cette échelle que l'on se place lorsque la notion de système agraire est entendue dans le sens de «civilisation agraire» celle-ci étant généralement repérée par quelques constituants élémentaires du système : une culture (la civilisation du mil au Sahel, du maïs au Mexique) ou un mode de production (la culture itinérante).
Ce glissement semantique du système à la civilisation n'est pas fortuit. En effet derrière les cultures ou le mode de production dominants on veut signifier toute l'organisation sociale et technique de la société concernée ainsi que les traits de son histoire. Ainsi parler de la civilisation de la «châtaigne» en région cévenole c'est suggérer à travers cette production «symbole» tout le particularisme de l'ancien système agraire de cette région.
Il n'est pas inintéressant de relever au passage, qu'à cette échelle, il est fréquent également de noter l'utilisation de la notion de système de production. Le découpage de l'Afrique de l'Ouest suivant un gradient d'aridité sud-nord, en systèmes de production de plantation en zones forestières, à base de maïs-coton au niveau des savanes, de mil-arachides plus au nord, illustre bien ce type d'utilisation.

du sous-continent à la petite région

Est-elle justifiée ou ne vaudrait-il pas mieux parler de système agraire ? Tout dépend du point de vue auquel on se place ; si on ne s'intéresse qu'au système technique dominant, le terme de système de production nous paraît approprié, si par contre on sous-entend l'organisation sociale qui est associée à ces systèmes techniques alors il nous semble préférable de parler de système agraire.

des civilisations agraires aux systèmes agraires locaux

A l'autre extrémité, on voit le terme de système agraire être adopté pour désigner des modes d'exploitation agricole d'espaces ayant une extension relativement limitée. En général, cette acception correspond à des subdivisions d'ensemble territoriaux plus vastes. Les raisons qui conduisent à de telles subdivisions sont, en gros, de quatre natures :

- Soit il s'agit de sous-régions présentant des caractéristiques physiques particulières ayant induit des modes d'exploitation du milieu spécifique permettant de distinguer des systèmes agraires locaux comme l'a fait BERGERET (1986) dans son étude des collines himalayennes du Népal.
- Soit on a coexistence sur un même territoire d'ethnies différentes ayant des droits, des coutumes, un niveau technologique différents, comme c'est le cas dans la région de Notse au Togo (TALLEC 1986).
- Soit, cas assez fréquents en Afrique, par suite des viscissitudes de l'histoire on a, au sein d'une même région, de grandes différences de pression foncière qui induisent des modes d'exploitation du milieu très contrastés comme on a pu le montrer dans la région de Maradi au Niger ou du Yatenga au Burkina Faso (DUGUE, 1987).

diversité des facteurs de différenciation : l'ethnie, l'histoire, la culture...

Enfin l'identification de sous-ensembles au sein d'une région plus vaste peut être faite à partir de solidarités qui ne sont ni ethniques, ni territoriales, mais liées à un mode de production dominant. C'est précisément sur cette base que M. PEPIN - LEHALLEUR et G. SAUTTER ont identifié des systèmes agraires élémentaires dans la région de Mante au Mexique.

A ces quatre cas de figure s'ajoutent ceux qui résultent de leur combinaison, comme par exemple dans la région du Logone-Birni au Nord Cameroun, où le «patchwork» ethnique propre à cette région s'organise en fonction des différences de milieu, chaque ethnie occupant la position d'espace la plus adaptée à son mode de vie et de production dominant : élevage, pêche ou agriculture. (PONSART - DUREAU, 1985)

A quelle échelle appréhender les systèmes agraires ?

c) Entre ces deux échelles, celle du local et celle de la zone agro-écologique où se situe la «bonne» dimension des système agraire, si tant-est qu'il y en ait une ? Lorsque les systèmes agraires sont identifiés à l'échelle locale ils sont généralement qualifiés de systèmes élémentaires ou de sous-systèmes, qualification qui laisse entendre qu'ils peuvent être regroupés dans un ensemble territorial plus vaste. Se pose alors la question de savoir quels sont les critères d'agrégation permettant ces regroupements ?

Les études sur le terrain montrent qu'un premier facteur d'agrégation est l'existence de relations d'échange et de complémentarité entre systèmes agraires élémentaires. Complémentarité dans la gestion des potentialités du milieu et donc complémentarité dans les activités agricoles comme celle qui existe par exemple au Sahel entre agriculteurs sédentaires et éleveurs semi-nomades peuls. Le lien entre systèmes agraires locaux exploitant des milieux aux ressources différenciées peut être aussi dû à l'appartenance à un même ensemble ethnique structurant fortement l'organisation sociale des activités agricoles, comme on peut le constater en pays Bamileké où les pratiques sociales transcendent les variations du milieu physique et surdéterminent en partie les systèmes techniques de production (DUCRET et FOTSING, 1987).

la région

d) Enfin il apparaît que l'entité territoriale au sein de laquelle se fait cette agrégation de systèmes élémentaires locaux pour constituer un ensemble ayant les attributs d'un système agraire tels que nous les avons définis précédemment, correspond le plus souvent à la région. C'est en effet à cette échelle que se conjuguent les déterminants spécifiques aux conditions naturelles et ceux provenant d'une organisation sociale commune pour aboutir à des modes d'exploitation de l'espace régional et en particulier à des systèmes techniques originaux.

Dans cette formation d'«habitus» qui singularisent ainsi un système agraire régional il faut souligner, en plus des pesanteurs du milieu, de l'histoire et du peuplement celles plus prosaïques de la proximité qui peut être conflictuelle mais à laquelle il est difficile d'échapper.

systèmes complexes et composites

Ainsi, on voit que si la région (5 à 15.000 km2) est l'espace où se répère généralement un système agraire, rares sont les cas où, à cette échelle, celui-ci apparaît uniforme. Le plus souvent on a à faire à des **systèmes agraires** que l'on peut qualifier de **complexes** lorsqu'ils associent des sous-systèmes occupant des situations contrastées ayant induit des formes d'exploitation particulières, mais en partie complémentaires, ou conservant un fond commun important de pratiques et

d'usages. On peut classer dans cette catégorie les systèmes agraires regroupant différents stades d'exploitation du milieu, fonction des différences de taux d'occupation humaine comme les exemples en sont fréquents en Afrique (JOUVE et DAVID, 1985).
Par contre le qualificatif de **«composite»** proposé par le sociologue PASCON nous paraît bien adapté pour désigner des systèmes agraires où coexistent dans des relations de complémentarité-concurrence des groupes sociaux et des systèmes de production de niveaux technologiques différents, plus ou moins insérés dans l'économie marchande. Au Maghreb, le dualisme secteur moderne - secteur traditionnel résultant de la colonisation fournit de bons exemples de ces systèmes composites. Ce dualisme n'est pas exceptionnel, il se retrouve dans de nombreuses situations du tiers monde, du fait, de l'intrusion dans des sociétés rurales traditionnelles de système de production extravertis à fort coefficient de capital. C'est le cas par exemple, en zone forestière équatoriale quand coexistent sur le même territoire, plantations industrielles et systèmes vivriers. A terme, on peut se demander si de complexes les systèmes agraires des pays en voie de développement ne sont pas tous condamnés à devenir composites.

CONCLUSION

1. Quel est l'utilité du concept de système agraire ?

Au terme de cet essai d'analyse de l'identité des systèmes agraires et de l'usage qui en est habituellement fait nous voudrions réfléchir sur l'utilité du concept même de système agraire.

En ce qui concerne l'analyse du milieu rural, l'utilité de ce concept paraît assez évidente, même si son usage reste encore imprécis et limité. Tout d'abord il constitue le modèle de représentation le plus approprié pour rendre compte du fonctionnement de l'agriculture à l'échelle régionale dans une approche systémique (BEDU L. et col, 1987).

Instrument commun d'analyse du milieu rural pour les géographes

Pour les géographes, il permet de réconcilier les versants physiques et humains, souvent dissociés, de leur discipline. Ce retour aux sources est en même temps une occasion du renouvellement de leur approche, comme ont pu le montrer certains travaux récents parmi lesquels on peut citer l'étude des systèmes agro-territoriaux du Maghreb par J. LE COZ (1988) ou celle des systèmes agraires de Xalapa au Mexique (MARCHAL et HOFFMAN, 1987).

et les agronomes

Pour les agronomes, le profit peut être tout aussi grand. En effet la notion de système agraire leur permet de ne plus considérer la région comme le simple cadre des activités agricoles analysées à l'échelle des exploitations, mais comme un niveau d'étude en soi. Cela suppose bien entendu de modifier l'approche traditionnelle de la région, en dépassant l'étude des conditions de la production propre à cette échelle (zonage agro-climatique, pédologique ou socio-économique) pour s'interesser aux modes d'exploitation de l'espace régional (cf. en particulier le zonage du delta du fleuve Sénégal - JAMIN et TOURRAND, 1986 et celui du Zou - ROESCH et col,1986).
En élargissant ainsi leur champ d'investigation, les agronomes vont devoir intégrer, dans l'interprétation des systèmes techniques à l'échelle régionale, des déterminants ethno-sociologiques qui leur étaient peu familiers jusqu'ici, mais qui sont pourtant essentiels à la compréhension des pratiques paysannes.
En s'engageant dans cette voie ils pourront faire la part dans ces pratiques de ce qui revient à la décision individuelle et qui est parfois fort limitée, de ce qui résulte des acquis et usages collectifs et, chemin faisant, ils seront peut-être amenés à revoir leurs propres méthodes d'investigation et d'analyse du milieu rural, souvent fortement marquées d'européocentrisme.
Malgré sa fécondité, on ne saurait cependant faire de la seule étude des systèmes agraires la panacée universelle pour l'étude et la compréhension du milieu rural. En particulier on ne peut négliger l'influence de facteurs dépendants des niveaux d'organisation supérieure que constituent l'Etat ou les ensembles régionaux dans le fonctionnement et le développement des agricultures régionales. Mais si l'approche du milieu rural en terme de système agraire ne fait pas de ces facteurs (politique des prix, subventions, fluctuations des marchés internationaux...) des objets d'étude, par contre elle les considère comme des déterminants de première importance dont il importe d'analyser les effets à l'échelle d'étude considérée. Cette remarque devrait faire justice des reproches trop souvent faites à l'approche système agraire de la non prise en compte des facteurs macro-économiques.

outils d'analyse macro-économique utile au développement rural

Pour le développement rural, l'utilité du concept de système agraire apparaît tout aussi manifeste M. MAZOYER en particulier a très clairement montré en quoi son objet «les modes d'exploitation du milieu...» rejoignait pleinement les préoccupations centrales de la science du développement rural, chargée précisemment d'étudier les modalités et conditions du changement de cette exploitation. Soulignant son caractère de concept macro-économique, par opposition aux autres systèmes agricoles, il a aussi montré comment le concept de système agraire pouvait être un outil d'interprétation des grandes étapes de la transformation des processus de production;
Aussi ce concept apparaît comme un instrument de compréhension aussi bien des diversités spatiales de l'agriculture que de son évolution historique et en particulier des dynamiques agraires régionales.

2. Quel est son avenir ?

On est cependant en droit de se demander si l'accélération de l'histoire, avec les télescopages qu'elle entraîne entre les stades d'évolution de l'agriculture au sein d'une même zone, l'internationalisation et l'extraversion grandissantes des économies de nombre de régions agricoles, ne risquent pas de faire perdre bien des vertus heuristiques que nous venons de prêter au concept de système agraire.

pour les sociétés modernes, obsolescence des systèmes agraires ?

En particulier dans les pays développés, où les «coutumes traditionnelles» régressent inéluctablement tandis que s'accroissent les contraintes et réglementations supra-régionales et supra-nationales la notion de système agraire n'est-elle pas en train de devenir progressivement obsolète ?
La question mérite d'être posée, notamment lorsque l'on voit les usages et pratiques qui, dans le passé réglaient la vie des campagnes, être relégués au rang de rites et manifestations folkloriques. Mais cette célébration de l'ordre agraire ancien peut donner lieu à une double interprétation : culte nostalgique d'un temps révolu et idéalement magnifié ou au contraire, réaffirmation, malgré tout, d'une solidarité régionale, d'une communauté de destin. Au risque d'être taxé d'optimisme, nous pensons que la deuxième interprétation n'est pas totalement utopique, notamment en France, compte tenu de la politique de décentralisation. En effet cette dernière peut permettre l'expression d'une identité régionale dont l'affirmation se ferait plus en référence à un projet d'avenir commun que par la commémoration du passé.

dans les sociétés traditionnelles, vitalité du concept

Dans les pays en voie de développement, la notion de système agraire apparaît d'autant plus vivace que l'on a à faire à une société traditionnelle. Ainsi la description que nous donnent les ethnologues des sociétés primitives, notamment en ce qui concerne la gestion et l'exploitation agricole de leur territoire, est celle de pratiques communes sinon communautaires, spécifiques à chaque groupe ethnique mais généralement indifférenciées entre les unités familiales constitutives de chaque groupe.
L'absence de toute typologie d'exploitation dans un tel contexte ne nous semble pas fortuit. Il est plus à mettre sur le compte de leur inutilité que de l'incapacité des ethnologues à les produire. En effet, c'est tout le groupe qui peut être considéré comme une unité de production fonctionnelle.
Entre cette situation archaïque et la situation moderne où l'exploitation individuelle constitue une entité en grande partie autonome, même si son fonctionnement est influencé par de nombreuses contraintes externes, on a tous les intermédiaires.

efficacité de son emploi

Mais il faut reconnaître que, notamment en Afrique, on trouve encore nombre de sociétés rurales où l'organisation de la production se fait suivant les mêmes modalités au niveau des unités de productions familiales. Cette similitude des modes de production rend particulièrement opératoire le concept de système agraire. L'unité élémentaire qui permet sa description se trouve alors être l'unité sociale et territoriale où peuvent être répérées et analysées l'ensemble des règles et pratiques communes caractérisant l'exploitation du milieu. Toujours en Afrique, c'est le village qui, le plus souvent, constitue cette unité territoriale élémentaire au niveau de laquelle peuvent être identifiés les déterminants du système agraire local. Ceci étant, les sociétés rurales traditionnelles sont le théâtre de transformations de plus en plus profondes, entraînant notamment une forte désagrégation sociale. Le progrés technique, est générateur de disparités au sein de ses sociétés dont certaines avaient fait du maintien de l'égalité économique entre leurs membres, par dissipation du surplus, une règle majeure de leur fonctionnement (CLASTRE, 1974).

le village unité de base d'analyse

Aussi, compte tenu de ces transformations on peut s'interroger sur la pertinence du concept de système agraire. Même si les évolutions actuellement à l'œuvre dans les sociétés traditionnelles

rendent plus difficile son utilisation du fait notamment de la forte extraversion de leur économie (exode), il reste néanmoins un instrument précieux d'analyse de la dynamique de ces sociétés et de leur résistance au changement.

3. Les systèmes agraires un outil de prospective

Si l'on considère qu'un système agraire résulte des rapports, sinon nécessaires du moins cohérents, entre un espace, une société et les moyens techniques dont elle dispose, son analyse peut nous permettre de comprendre pourquoi telle société est condamnée au changement, voire à la régression, lorsque sont rompus les équilibres antérieurs par suite de l'augmentation de la densité de population (Yatenga) ou de l'incapacité de concurrencer l'augmentation de la productivité du travail dans les zones environnantes (Cévennes).

la compréhension de la dynamique des systèmes agraires moyens privilégié pour prévoir les possibilités de changement

A l'inverse, la résistance au changement et notamment à l'intensification agricole dont fon t preuve certaines sociétés rurales malgré les impératifs et les incitations de la politique nationale, peut être interprétée de façon plus adéquate si on recourt à la notion de système agraire et aux lois de sa dynamique. Cette résistance peut en effet trouver son origine dans l'absence de nécessité pour les populations locales de changer leur mode d'exploitation du milieu dans la mesure où celui-ci satisfait à leurs besoins élémentaires, à un coût en travail généralement inférieur à celui que nécessiterait l'intensification (BOSERUP, 1970).

Mais il ne faut pas négliger une autre cause à cette résistance au changement et aux nouveaux modes de production que cherchent notamment à promouvoir la plupart des projets de développement rural. Ces projets constituent souvent une rupture brutale avec l'ordre agraire ancien. Or dans celui-ci se trouvait cristallisée une grande partie du patrimoine culturel de la société. En l'absence de toute négociation des modalités de ce changement permettant de respecter voire d'enrichir ce patrimoine, la résistance au changement imposé de l'extérieur n'est en fait que la manifestation légitime de la volonté des sociétés concernées de conserver leur identité, montrant ainsi que les systèmes agraires sont tout autant des produits culturels que des modes d'organisation technique.

BIBLIOGRAPHIE

BACHELARD G., 1965.— La formation de l'esprit scientifique, contribution à une psychnalyse de la connaissance.— Paris : librairie philosophique J. Vrin .

BERGERET P., 1986.— Diversité des systèmes agraires et stratégies de développement : le cas du Népal.— Th. Ing. Doc. ENSAA-ENSAM Montpellier.

BOSERUP E., 1970.— Evolution agraire et pression démographique.— Paris : Flammarion .

BOURDIEU P., 1980.— Le sens pratique. — Paris : ED. de minuit.

CLASTRES P., 1974.— La société contre l'état. — Paris : ED. de minuit.

DUCRET G., FOTSING J.M., 1987.— Evolution des systèmes agraires à Bafou (Ouest - Cameroun). — In : Revue de géographie du Cameroun vol. VII N° 1 Yaoundé.

DUGUE M.J., 1987.— Dynamique des systèmes agraires au Yatenga (Burkina Faso). Analyse de leur évolution récente et conséquences pour l'avenir.— DSA-CIRAD.

JAMIN P.Y., TOURRAND J.F., 1986.— Evolution de l'agriculture et de l'élevage dans une zone de grands aménagements : le delta du fleuve Sénégal.— In : Cahiers de la Recherche Développement n° 12 p. 21-34.

JOUVE P., DAVID D., 1985.— Diversité spatiale et évolution des modes d'association de l'agriculture et de l'élevage dans la région de Maradi au Niger.— In : Cahiers de la Recherche Développement N° 12.

KNEPFLER M., 1986.— Diversité des systèmes de production dans le district de Gulmi (Népal) - Définition du système agraire local. — Mémoire ESAT - ENSAA Montpellier.

LE COZ J. 1988.— Les systèmes agro-territoriaux.— Communication au secteur systèmes agraires d'Agropolis. — Montpellier.

MARCHAL J.Y., HOFFMAN O.,1987.— La dynamique des systèmes agraires de la région de Xalapa (Mexique).— Communication colloque systèmes agraires 16-18 novembre 1987. Paris.

MAZOYER M. 1987.— Rapport de synthèse du colloque dynamique des systèmes agraires». — 16-18 nov. 1987. Paris

PEPIN - LEHALLEUR M. , SAUTTER G., 1987.— Mante (Tamaulipas, Mexique) un système agraire régional ?. — In : Cahiers de la Recherche Développement N° 20

PONSART-DUREAU M.C., 1985.— Contribution à la connaissance de la région de Cimado en vue d'une intervention SEMRY - Nord Cameroun.— Mémoire ESAT Montpellier.

ROESCH M., KATARY A., DEVILLE P. 1986. — Le zonage de la province du Zou.— Projet RD Zou. DRA - Benin

SEBILLOTTE M. , 1982.— Les systèmes de culture - réflexions sur l'intérêt et l'emploi de cette notion à partir de l'expérience acquise en région de grande culture.— Sém. Dept. Agro. INRA Vichy 16-18 mars 1982.

TALLEC M., 1986.— Etude des systèmes agraires de la région de Notse au Togo. Projet fédérateur de Notse. — collection Documents Systèmes Agraires DSA-CIRAD.

TREBUIL G., 1983.— Le système de mise en valeur agricole du milieu et son évolution récente dans la région de Sathing - Phra, Sud-Thaïlande.— Université Prince de Songha, Pub n° 2. Proj. Rech. S.P. Université prince de Songka.

Some reflections on the specificity and the identification of agrarian systems. — P. JOUVE

The notion of farming system which is of fairly recent origin, is now in common use in research and studies on the rural world. However, this use shows that the meaning attributed to the concept is fairly loose. The various definitions generally attributed to it are first analysed to reveal its specific nature in particular in relation to other farming systems. The characteristics of the «system» corresponding to this level of organisation are then presented. For this, its constituent parts are identified, grouped in three major components, physical, social and technical, which form the basic structure of all «agrarian» systems. The different types of relations between these components and which determine the functioning of the system are then examined.

This is followed by study of the problem of the identification of «agrarian» systems and their limits on the site. Two methods are proposed for this : examination of agrarian landscapes and identification of common rules and practices and their spatial scope.

Finally, the article concludes by discussing the usefulness of such a concept for studying the rural world and its development. It appears that its pertinence varies according to the situation and in particular in relation to the degree of technical and economic evolution of rural societies. Nevertheless, the notion of «agrarian» system is a useful tool for grasping the geographical diversity of modes of exploitation of the rural world and their dynamics on a regional scale.

***Key words** : Rural development - Farming system - Concept - Identification - Landscape*

Algunas reflexiones sobre la especificidad y la identificación de los sistemas agrarios. — P. JOUVE

El concepto de sistema agrario, relativamente nuevo, es ya de uso corriente en las investigaciones y los estudios referentes al medio rural. Pero este uso revela justamente que el significado que se le atribuye a esta palabra es bastante inestable. Por eso, en una primera parte, serán analizados los diferentes significados que le son generalmente atribuidos, con el fin de poner de relieve lo que constituye su caracter específico, sobretodo en comparación con los otros sistemas agrícolas.

Enseguida, se presentan las caracteristicas del «sistema» correspondiente a tal nivel de organización. Con ese fin, se identifican los elementos que lo constituyen y que pueden ser divididos en tres grandes componentes : físico, social y technico. Tales son los constituyentes de la estructura de base de todo sistema agrario. También se han analizado los tipos de relaciones que existen entre estos componentes, y que son los que determinan el funcionamiento del sistema.

Siguientemente, se estudió el probléma de la identificación y de los limites en el terreno de los sistemas agrarios. Para esto se proponen dos medios : la lectura de los paisajes agrarios y la determinación de las reglas y de las practicas comunes y de su ubicación espacial.

Finalmente, y como conclusión, se plantea la interrogación acerca de la utilidad de tal concepto para el estudio del medio rural, así como para su desarrollo. Aparece que su pertinencia es variable según las situaciones y particularmente según el grado de evolución tecnica y económica de las sociedades rurales. A pesar de todo, el concepto de sistema agrario constituye un instrumento privilegiado para la comprehensión de la diversidad geográfica de los modos de explotación, en medio rural, y de su dinámica a escala regional.

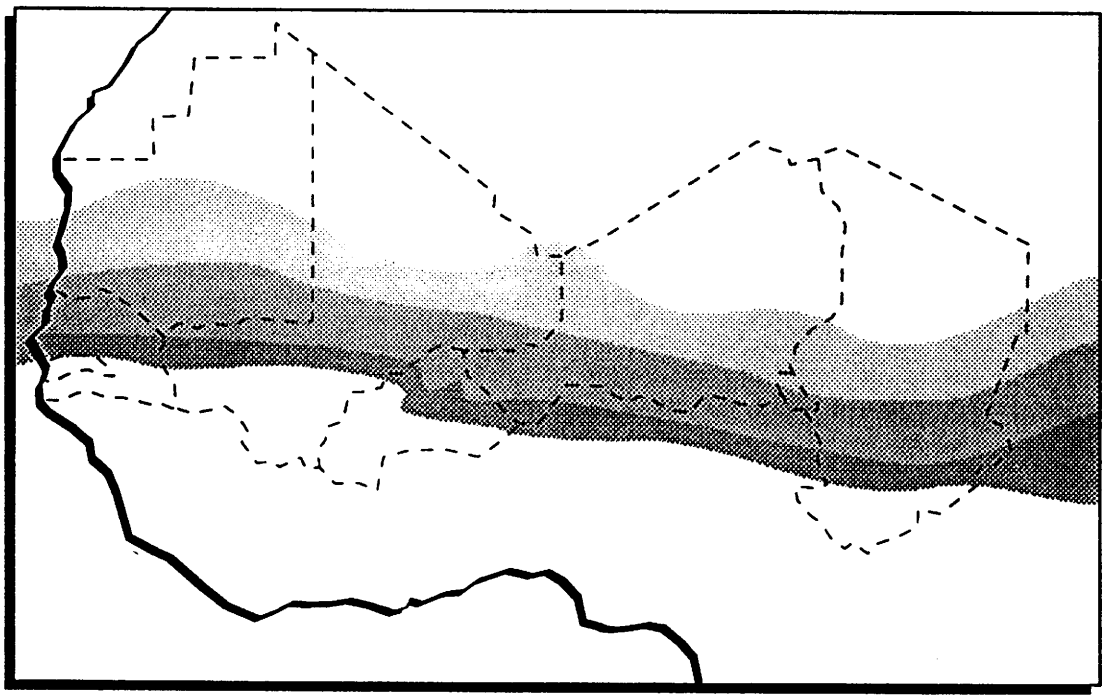
***Palabres clave** : Desarrollo rural - Sistema agrario - Concepto - Identificación - Paisaje*

27

Evolution des systèmes de production sahéliens et leur adaptation à la sécheresse.

BOULIER F., JOUVE P.

EVOLUTION DES SYSTEMES DE PRODUCTION SAHELIENS ET LEUR ADAPTATION A LA SECHERESSE



F. BOULIER Ph. JOUVE

Février 1990

Réseau international de Recherche sur la Résistance à la Sécheresse (R3S)

Centre de coopération internationale en recherches agronomiques pour le développement
Département des systèmes agraires
Laboratoire des systèmes techniques de production

CIRAD - Avenue du Val de Montferrand - BP 5035 - 34032 Montpellier Cedex

TABLE DES MATIERES

Avant propos 7

introduction

2. Orientation et méthode d'étude 9
3. Le choix des régions étudiées 9
4. Les objets d'étude 13

première partie :
le climat, les terrains et les hommes

Conditions physiques et humaines du fonctionnement des systèmes de production agricoles

I. LE CLIMAT

1. La pluviométrie et sa variabilité interannuelle 19
2. Position et durée de la saison de végétation 25
3. Occurrence de périodes sèches en cours de cycle 29
4. Conclusion 31

II. LES TERRAINS

1. Caractéristiques générales des terrains 35
2. Dynamique de l'occupation des sols 38

III. LES HOMMES ET LE PEUPLEMENT

1. L'hétérogénéité des densités régionales 47
2. La logique d'occupation intra-régionale 49

IV. CONCLUSION

deuxième partie :
évolution de l'utilisation et de la gestion des moyens de production

I. DEFINITION ET EVOLUTION DES UNITES DE PRODUCTION 55

II. MOBILISATION DE LA TERRE ET DE LA FORCE DE TRAVAIL

1. Caractéristiques des exploitations 59
2. Evolution de la gestion des facteurs "terre" et "travail " 65
3. Régulations et différenciation des exploitations.....69

III. LES MOYENS TECHNIQUES ET FINANCIERS

1. Les intrants 71
2. La traction attelée 73
3. Ressources monétaires et équilibres budgétaires.....74

IV. CONCLUSION : des systèmes de production en pleine évolution 75

troisième partie :
L'évolution des systèmes techniques de production

I. LES SYSTEMES D'ELEVAGE

1. Caractéristiques régionales de l'élevage 79
2. Variabilité intra-régionale des systèmes d'élevage 80
3. Place de l'élevage dans les systèmes de production 81

II. LES SYSTEMES DE CULTURE

1. Nature des cultures ; espèces et variétés.....91
2. Répartition spatiale des cultures et successions culturales.....95
3. Place de la jachère et mode d'entretien de la fertilité 101
4. Les calendriers culturaux.....103
5. Mode de conduite des cultures.....107
6. Evolution globale des systèmes de culture 115

CONCLUSION GENERALE.....123

BIBLIOGRAPHIE 137

TABLE DES FIGURES

1 : Les grandes situations agricoles de la zone soudano-sahélienne
2 : Situations des régions de référence
3 : Modèle de fonctionnement d'un système de production
4 : Evolution de la pluviométrie annuelle au cours de la période 1966-1985
5 : Position et durée moyennes de la saison de végétation
6 : Fréquences du nombre de décades sèches au cours de la saison de végétation
7 : Fréquences d'occurrence de décades sèches au cours de la saison pluvieuse
8 : Séquences topographiques des finages villageois représentatifs de la zones étudiée
9 : Représentation schématique des différentes unités de production
11 : Structuration en auréoles d'un territoire villageois
12 : La crise foncière
13 : Evolution du mode de gestion de la main d'oeuvre
14 : Diminution des ressources fourragères
15 : Gestion de la fertilité des sols
16 : Dégradation des ressources naturelles
17 : Schéma général d'évolution des systèmes de production et de dégradation des ressources naturelles en zone sahélo-soudanienne

TABLE DES TABLEAUX

1 : Caractéristiques générales des zones étudiées
2 : Evolution de la pluviométrie annuelle
3 : Evolution des dates de début et de fin de la saison de végétation, et sa durée
4 : Pourcentage d'années présentant des décades sèches au cours de saison de végétation
5 : Caractéristiques principales des sols cultivables
6 : Variabilité inter-régionale de l'occupation humaine
7 : Variabilité intra-régionale de l'occupation humaine
8 : Ethnies et utilisation de l'espace
9 : Structures démographiques et foncières des unités de production
10 : Variabilité de la superficie cultivée par exploitation au Pays Sérer
11 : Variabilité de la superficie cultivée par exploitation à Maradi
12 : Evolution des surfaces cultivées par habitant à Say (Yatenga)
13 : Variabilite de la superficie cultivée par actif dans l'Oudalan
14 : Variabilité de la superficie cultivée par actif à Maradi
15 : Evolution de la gestion du facteur "Terre"
16 : Evolution de la gestion de la main-d'oeuvre
17 : Facteurs limitants, régulation et différenciation des exploitations
18 : Les moyens techniques et financiers
19 : Variabilité intra-régionale dans l'utilisation des intrants à Maradi
20 : Traction attelée et utilisation d'engrais à Maradi
21 : Origine des ressources monétaires
22 : Caractéristiques régionales de l'élevage
23 : Taille du troupeau et ethnie
24 : Ethnie et composition du troupeau
25 : Ethnies et modes d'utilisation de l'espace
26 : Variabilité de la taille du troupeau
27 : Taille des exploitations et importance du cheptel à Maradi
28 : Répartition des exploitations suivant la taille et l'importance du cheptel au pays Sérer
29 : Fonctions de l 'élevage au sein des systèmes de production
30 : Abattages contrôlés à Dagana (Senegal)
31 : Concurrence entre agriculture et élevage
32 : Assolement régionaux (% de la superficie cultivée)
33 : Variétés utilisées
34 : Répartition des cultures et successions
35 : Structure en auréoles et modes de gestion de la fertilité à Maradi
36 : Taille des exploitations et mode de gestion de la fertilité
37 : Mode d'entretien de la fertilité et "effet village" à Maradi
38 : Calendriers culturaux
39 : Distance de la parcelle au village et rendements céréaliers à Maradi
40 : Evolution du taux d'occupation du sol à Maradi (Période 1960-1985)
41 : Evolution des rendements dans le bassin arachidier
42 : Variabilité des rendements au Yatenga
43 : Pluviométrie et rendement au centre Yatenga
44 : Rendements de cultures de rente à Maradi (1985)
45 : Rendements céréaliers moyens à Maradi (1985)
46 : Déficit vivrier à Maradi en 1985
47 : Déficit vivrier au Yatenga
48 : Importance relative des problèmes rencontrés dans chaque région

AVANT PROPOS

Même si le déficit pluviométrique a été particulièrement accusé au cours des deux dernières décennies, la sècheresse a toujours constitué une des données de base de l'agriculture sahélienne à laquelle les agriculteurs se sont efforcés de s'adapter. Aussi, peut-on considérer que la lutte contre la sècheresse a commencé bien avant que les institutions de recherche et les organismes de développement ne l'inscrivent à leurs programmes. C'est pourquoi, dans le cadre du Réseau de Recherche sur la Résistance à la Sècheresse (R3S), il est apparu utile d'analyser l'évolution des pratiques des agriculteurs face aux aléas climatiques et aux risques qu'ils représentent. Cette analyse constitue en effet un moyen privilégié pour révéler les contraintes spécifiques imposées par la sècheresse et les stratégies que les agriculteurs et les éleveurs sahéliens ont adoptés pour tenter d'en réduire les conséquences.

Ce travail préalable d'exploration et de valorisation du savoir-faire paysan a permis d'orienter et de sélectionner les thèmes de recherche retenus par le Réseau en matière d'adaptation des systèmes de production à la sècheresse. Il a été rendu possible par l'existence de nombreuses études entreprises au cours des vingt dernières années dans différentes régions du Sahel que le laboratoire des systèmes techniques de production du Département des Systèmes Agraires du CIRAD s'est efforcé de comparer et de synthétiser.

Ce document fait donc un état des connaissances concernant les transformations induites par la sècheresse en matière d'exploitation agricole du milieu sahélien. Les recherches qu'il a permis d'initier dans le cadre du Réseau devraient permettre de passer du constat à l'action en proposant des solutions aux problèmes que rencontrent les agriculteurs dans l'adaptation de leurs systèmes de production à la sècheresse.

M. Laomaïbao NETOYO

Coordonnateur du R3S
Directeur de la Recherche
sur le Milieu et l'Agriculture
Institut du Sahel - CILSS

Introduction

Présentation générale de l'étude

Cette étude se propose d'analyser l'évolution et l'adaptation des systèmes de production agricole de la zone Sahélo-Soudanienne sous l'effet des périodes de sécheresse qui sont intervenues au cours des vingt dernières années. Elle a été réalisée dans le cadre du Réseau International de Recherche sur la Résistance à la Sécheresse (R3S) et grâce au financement accordé par la CEE au programme fédérateur de recherche portant sur la caractérisation de la sécheresse (PF 1).

Elle vise à fournir un certain nombre d'informations sur la dynamique des systèmes de production (S.P.) sahéliens afin d'orienter les recherches qui seront entreprises en vue de leur amélioration dans le cadre du réseau. Par ailleurs, elle constitue une contribution aux études de synthèse entreprises sur le Sahel par le Département des systèmes agraires du CIRAD.

Une édition provisoire de cette étude a été faite en octobre 1988. Cette première édition a donné lieu à une diffusion restreinte en vue de recueillir les avis critiques d'un certain nombre de spécialistes de la région. Ces remarques – et spécialement celles formulées par Patrick DUGUE et Patrice GARIN à partir de leur expérience respective de terrain au Yatenga et au Pays Sérer – nous ont permis de corriger dans la forme et le fond l'édition initiale. La bibliographie a été également complétée. Elle demeure cependant centrée sur les documents utilisés pour l'étude; elle est donc partielle.

Orientation et méthode d'étude

De nombreux travaux portant sur cette zone ont mis en évidence que la sécheresse a induit des changements importants, aussi bien des conditions et états du milieu (végétation, potentialités des sols...) que des modes d'exploitation de ce milieu par les communautés paysannes, se traduisant par des modifications sensibles de leurs pratiques. Le but de cette étude consiste tout d'abord à fournir des éléments permettant de porter un diagnostic sur ces changements et leur impact sur le fonctionnement des systèmes de production agricole.

Pour dépasser le simple constat de situation et conférer à cette étude un caractère général et opérationnel, l'analyse a été conduite de façon à mettre en évidence les mécanismes d'évolution de ces systèmes de production et, à travers eux, les stratégies adoptées par les agriculteurs pour faire face à la sécheresse.

Comme il n'était pas possible, compte tenu du manque d'information disponible, d'effectuer cette analyse de façon exhaustive sur l'ensemble de la zone Sahélo-Soudanienne, le choix a été fait de la circonscrire à un nombre limité de régions (6). C'est donc par une étude comparative entre ces régions que seront analysés les mécanismes d'évolution des S.P. et les stratégies d'adaptation des agriculteurs à la sécheresse.

Le choix des régions étudiées

La définition de la zone Sahélo-Soudanienne repose habituellement sur des critères climatiques : pluviométrie moyenne comprise entre 300 et 700 mm. Mais, d'une façon plus pragmatique, la zone considérée dans cette étude est celle qui se situe au nord de la zone de culture du cotonnier et au sud des zones essentiellement pastorales. En fait, il s'agit de la zone de culture du mil du sorgho, de l'arachide et du niébé.

Mais au sein de cette vaste zone qui s'étend sur plus de 500 000 km² de Dakar aux confins orientaux du Tchad, sur une largeur nord-sud de 200 à 300 km, on note une grande hétérogénéité de situations agricoles.

L'existence de cette hétérogénéité laisse présager une grande diversité des mécanismes d'action de la sécheresse et des stratégies d'adaptation des agriculteurs.

Aussi, pour dépasser les constats globaux et forcément réducteurs voire erronés qui ont déjà été faits sur les effets de la sécheresse dans cette vaste zone, il a été choisi de mener l'étude sur un nombre limité de régions, choisies sur la base des critères suivants :

• représentation des grands types de situations agricoles telles qu'elles ont été définies dans une étude précédente (DEAT et BOCKEL, 1985) en fonction des cultures dominantes (fig. 3 et tab. 1) ;

• couverture du gradient pluviométrique nord-sud. Même si la dimension nord-sud de la zone est limitée, le fort gradient d'aridité qui s'y manifeste induit des changements importants des modes d'exploitation agricole du milieu et notamment de l'importance respective de l'agriculture et de l'élevage ;

• disponibilité de données bibliographiques permettant de disposer d'informations suffisantes pour évaluer l'évolution des S.P. et des pratiques paysannes au cours des épisodes secs de ces vingt dernières années (1).

Compte tenu de ces critères, les six régions retenues sont :

• le Pays Sérer au Sénégal
• le Guidimaka en Mauritanie
• la région de Kita au Mali
• le Yatenga et l'Oudalan au Burkina Faso
• la région de Maradi au Niger.

Tableau n° 1 : CARACTERISTIQUES GENERALES DES REGIONS ETUDIEES

Régions et pays	Stations météorologiques de référence	Productions dominantes
PAYS SERER (Sénégal)	FATICK (14°20 N)	Arachide-mil
GUIDIMAKA (1) (Mauritanie)	SELIBABI (15° 14 N)	Mil-sorgho-niébé
CERCLE DE KITA (Mali)	KITA (13° 04N)	Arachide-mil-sorgho-mil-sorgho
YATENGA (Burkina Faso)	OUAHIGOUYA (13°35 N)	Mil-sorgho-niébé
OUDALAN (Burkina Faso)	DORI (2) (14°02 N)	Elevage transhumant et cultures extensives
DEPARTEMENT DE MARADI (Niger)	MARADI (13°28 N)	Arachide-mil-sorgho-niébé

(1) L'étude ne porte que sur les villages du centre-Guidimaka, à l'exclusion des terroirs du bord du fleuve Sénégal, trop particuliers.

(2) Dori ne fait pas partie de l'Oudalan, mais c'est la seule station météorologique proche où l'on dispose de données climatiques de longue durée.

(1) On trouvera en annexe les sources bibliographiques utilisées pour cette étude comparative.

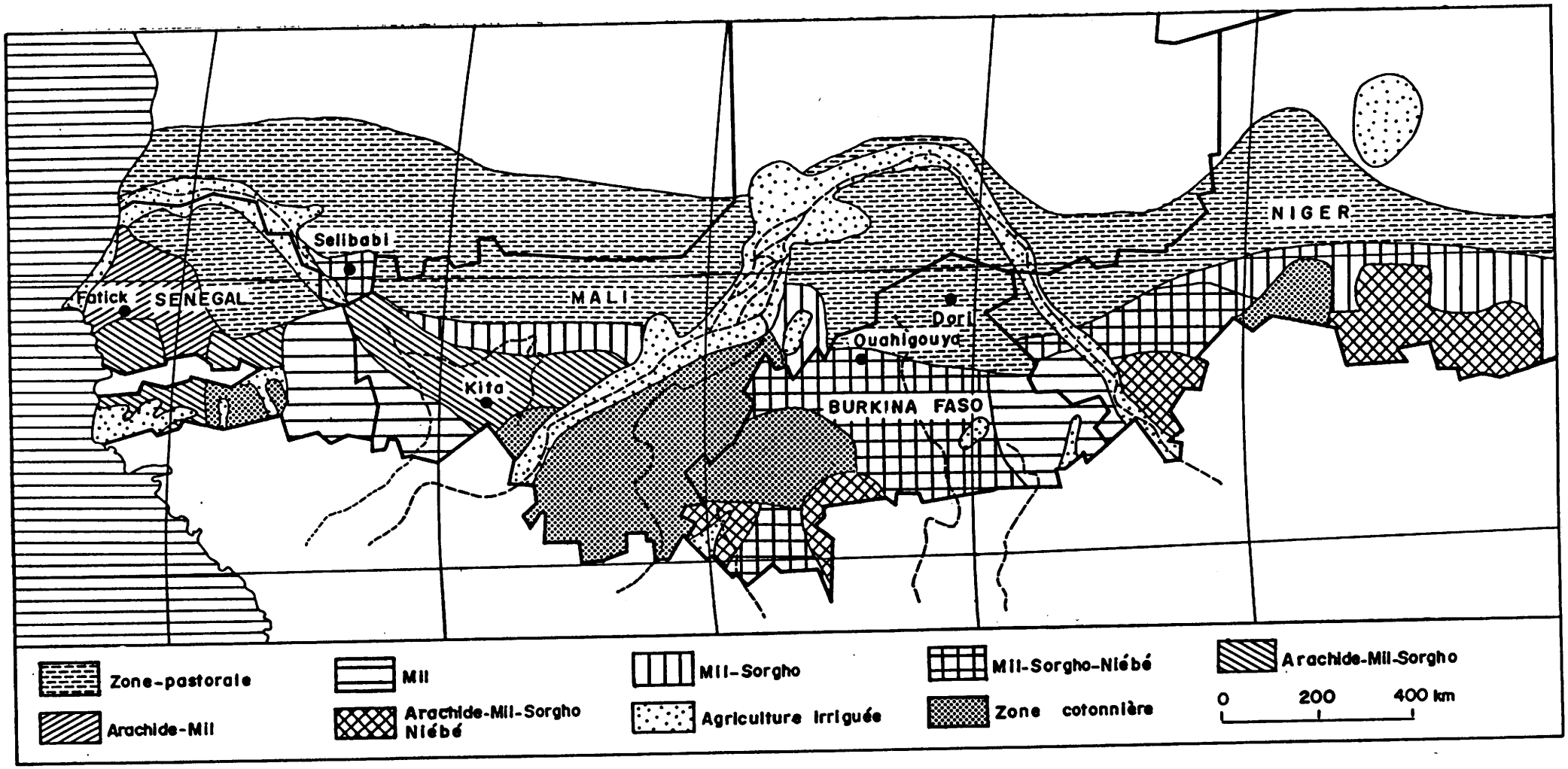


Fig. 1 : Les grandes situations agricoles de la zone soudano sahélienne. (d'après DEAT et BOCKEL, 1985)

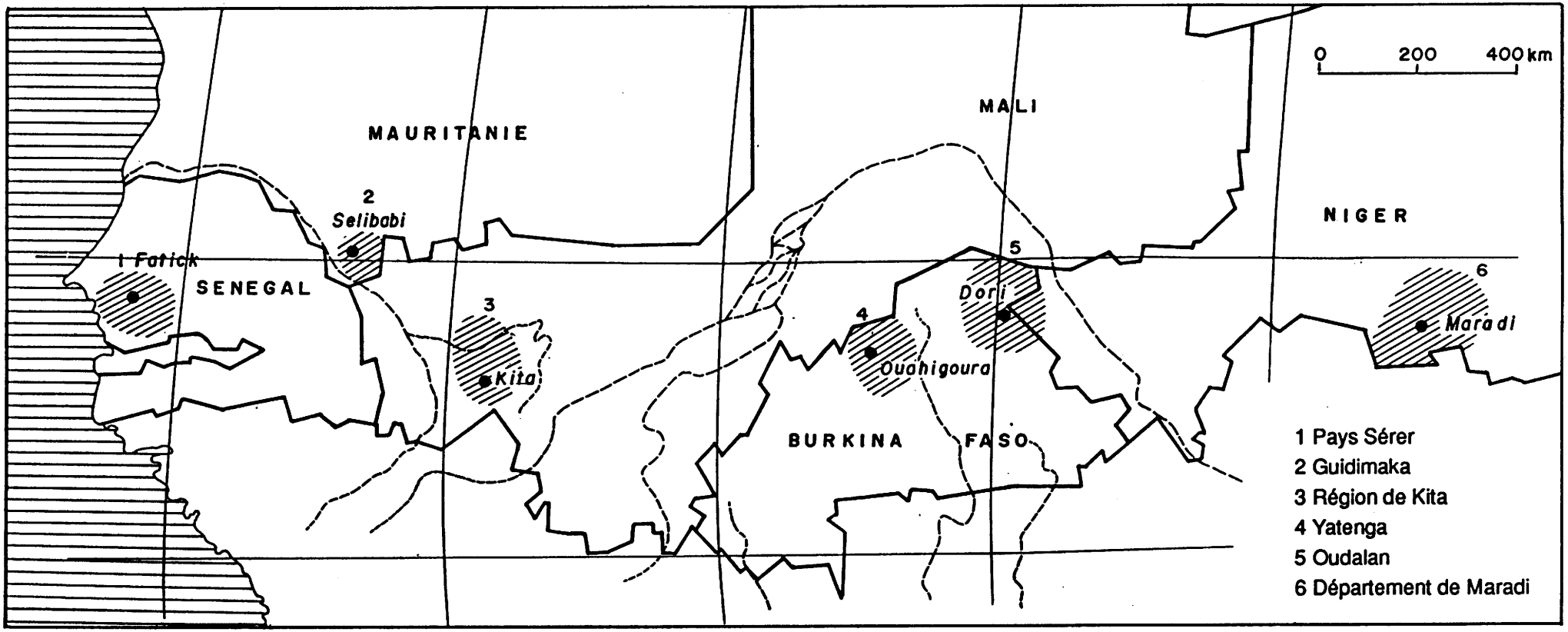


Fig. 2 : Situation des régions de référence

Les objets d'étude

Pour analyser les stratégies des agriculteurs en vue d'adapter leur système de production à la sécheresse, nous nous placerons au niveau de l'exploitation agricole. C'est en effet à ce niveau que se prennent l'essentiel des décisions techniques ou de gestion qui concrétisent ces stratégies.

Nous considérerons l'exploitation agricole comme un système de production finalisé par les objectifs de l'exploitant et nous définirons le système de production comme "un ensemble structuré de moyens de production (force de travail, terre, équipement...) combinés entre eux pour assurer une production végétale et/ou animale en vue de satisfaire les objectifs de l'exploitant et de sa famille". (JOUVE, 1986).

Au sein des régions retenues, il existe une assez grande diversité de fonctionnement des exploitations. Notre objectif n'est pas de rendre compte de toute cette diversité mais de mettre l'accent sur celle qui résulte de stratégies différentes vis à vis de la sécheresse et, plus généralement, de faire ressortir les traits communs de l'évolution et de l'adaptation de ces exploitations au déficit pluviométrique. De cette façon nous pensons pouvoir identifier des traits spécifiques de cette adaptation pour chacune des régions étudiées et ainsi révéler les mécanismes d'évolution et d'adaptation à la sécheresse propres aux systèmes agraires Sahélo-Soudaniens.

Un système est avant tout une structure finalisée, c'est-à-dire un ensemble d'éléments reliés entre eux par des relations fonctionnelles. En ce qui concerne les systèmes de production agricole, on peut considérer que leur fonctionnement résulte des relations entre trois groupes d'éléments (fig. 3) :

• tout d'abord, les contraintes et possibilités du milieu physique et de l'environnement socio-économique sur lesquelles l'exploitant a peu de prise ;

• les facteurs de production (terre, travail, capital...) que l'exploitant peut mobiliser et qui, combinés entre eux, définissent ce que nous appelons le système de gestion de l'exploitation. Le fonctionnement de ce sous-système s'analyse essentiellement à partir des décisions de gestion prises par l'exploitant (location de terre, achat de mil...) ;

• les processus techniques de production mis en œuvre pour assurer la conduite des cultures et/ou des troupeaux. L'ensemble de ces processus définit le système technique de production de l'exploitation et s'analyse à partir des décisions techniques prises par l'exploitant (date de semis, complémentation des animaux, etc.).

Aussi, pour étudier de façon comparative le fonctionnement et la dynamique des S.P. dans nos six régions, on caractérisera dans chacune d'elles les éléments constitutifs de ces trois sous-ensembles et les relations qui s'établissent entre eux. Cette caractérisation se fera, autant que faire se peut, par des indicateurs qualitatifs ou quantitatifs permettant une extension dans le temps et dans l'espace de l'étude de l'évolution des S.P. Sahélo-Soudaniens.

L'étude de l'impact de la sécheresse sur cette évolution suppose que l'on puisse distinguer les effets qui lui sont spécifiques de ceux dépendant d'autres facteurs d'évolution tels que la croissance démographique, les changements de prix et de politique agricole, etc.

Cette difficulté inhérente au sujet abordé ne rend pas pour autant son étude impossible. Ce serait renoncer à l'étude de tout système complexe. Par ailleurs, dans le domaine biologique, on est souvent amené à étudier l'effet de facteurs en interaction, comme par exemple l'effet de l'alimentation hydrique sur le rendement des cultures qui est en interaction forte avec l'alimentation minérale.

Ceci étant, ces interactions entre les effets spécifiques de la sécheresse et les autres facteurs d'évolution des S.P. renforcent la nécessité de ne pas se contenter de constater les conséquences de cette évolution, mais d'essayer d'en expliciter les mécanismes. Les

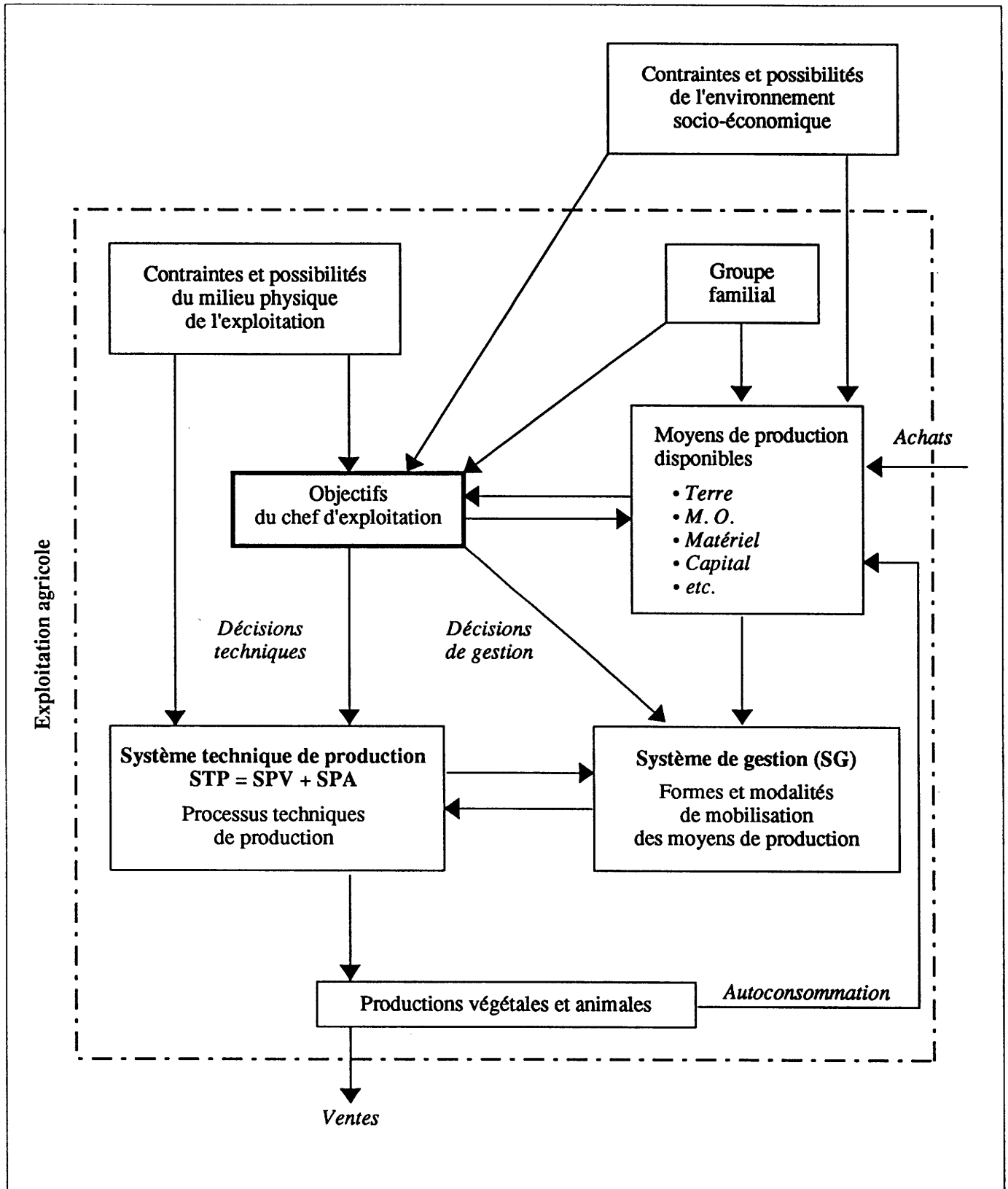


Fig. 3 - Modèle de fonctionnement d'un système de production. (Source : Ph. Jouve - 1984).

travaux d'un certain nombre de chercheurs (REBOUL, 1976. RAYNAUT, 1983. MILLEVILLE, 1985) nous y aideront dans la mesure où ils ont analysé les conséquences de la détérioration des conditions climatiques sur l'accentuation de la "crise des systèmes agraires" sahéliens.

Enfin, dernière remarque de méthode : nous nous efforcerons de distinguer le *conjoncturel* du *structurel*. En effet, le caractère aléatoire du climat sahélo-soudanien a amené les agriculteurs à adopter des systèmes de production souples, modulables en fonction des fluctuations pluviométriques. Dans un tel contexte, repérer un changement de pratique ne signifie pas toujours mettre en évidence une évolution significative et durable, mais peut simplement refléter l'adaptabilité des ces systèmes de production.

Le fait que le caractère durable de la baisse pluviométrique constatée ces vingt dernières années n'ait pas été prouvé scientifiquement renforce cette nécessité de distinguer le conjoncturel du structurel. Cependant, la sécheresse même temporaire peut avoir des effets rémanents (exode rural, décapitalisation...) qui affectent durablement les systèmes de production.

Première partie

Le climat, les terrains et les hommes

Conditions physiques et humaines du fonctionnement des systèmes de production agricole

" L'immense variété des situations locales contraint à ne pas traiter du développement dans l'abstrait ".

Pierre GOUROU

La connaissance des conditions déterminant la production agricole, et de leur évolution, est un préalable indispensable à la compréhension de la dynamique des systèmes de production. Il ne s'agit bien évidemment pas de procéder à une analyse complète et détaillée des conditions du milieu physique et humain, mais d'en retirer les éléments caractéristiques influençant fortement les mutations des exploitations agricoles.

La sécheresse est intrinsèquement un phénomène climatique, qu'il conviendra d'analyser comme tel pour chaque cas étudié. Une étude agroclimatique de la sécheresse au Sahel étant entreprise par ailleurs, dans le cadre du R3S, nous nous limiterons à caractériser cette sécheresse par quelques indicateurs traduisant l'impact de cette sécheresse sur les activités agro-pastorales de la zone d'étude.

La sécheresse modifie par ailleurs le milieu physique servant de support à ces activités, en agissant particulièrement sur les sols (impact sur la structure, sur la quantité d'eau stockée, donc finalement sur leur potentialité culturale) et les peuplements végétaux.

Enfin, les réactions des différents groupes humains à ces modifications du milieu restent sous la dépendance de leur organisation sociale, du mode d'occupation de l'espace et de son degré d'exploitation, autant de facteurs relevant de l'étude des sociétés agraires.

Le climat, les terrains et les hommes constitueront donc les trois volets de cette première partie.

I - Le climat

Parmi les différents éléments contribuant à la définition du climat, trois caractéristiques influent particulièrement sur la production végétale :

- la pluviosité et sa variabilité interannuelle
- la durée de la saison de végétation
- l'occurrence de périodes sèches en cours de cycle de culture

(DANCETTE. IN CILF, 1985).

La sécheresse modifie ces caractéristiques, en accentuant leur aspect contraignant pour la production agricole.

Ces trois points seront abordés successivement ; les indicateurs retenus seront donnés pour deux périodes de référence : 1930-1965 (correspondant à la période de pré-sécheresse) et 1966-1985 (période de sécheresse). Deux types de comparaison seront alors possibles :

- analyse de la détérioration des conditions climatiques au cours du temps,
- analyse des différences climatiques inter-régionales durant chaque période de référence.

Rappelons que ces analyses porteront sur les six régions retenues pour notre étude. Pour chacune d'elles, nous avons choisi une station météorologique représentative des conditions climatiques de la région (tab. 2).

1. La pluviométrie et sa variabilité interannuelle

La plus grande partie des pluies étant regroupée au cours d'une saison de courte durée correspondant à la saison de culture, le total pluviométrique annuel constitue un premier indicateur représentatif de la quantité d'eau disponible pour l'agriculture pluviale.

Cependant, pour caractériser la pluviométrie sur une période pluri-annuelle, la valeur moyenne n'est pas suffisante, étant données les fortes variations enregistrées d'une année à l'autre. Pour tenter de mettre en évidence cette variabilité, deux autres indicateurs ont été retenus : le coefficient de variation et la pluviométrie minimale observée huit années sur dix.

Tableau n° 2 : EVOLUTION DE LA PLUVIOMETRIE ANNUELLE

		LONGUE PERIODE	PERIODE RECENTE	VARIATION	
				ABSOLUE	RELATIVE
FATICK (Pays Sérer)	Pér.	1930-1965	1966-1982		
	P	790 mm	570 mm	– 280 mm	– 35 %
	CV	23 %	37 %	+ 14 %	
	P80	630 mm	380 mm	– 250 mm	
SELIBABY (Guidimaka)	Pér.	1933-1965	1966-1980		
	P	650 mm	460 mm	– 190 mm	– 89 %
	CV	23 %	28 %	+ 5 %	
	P80	565 mm	360 mm	– 205 mm	
KITA (Cercle de Kita)	Pér.	1931-1965	1966-1985		
	P	1150 mm	910 mm	– 240 mm	– 21 %
	CV	18 %	14 %	– 4 %	
	P80	950 mm	785 mm	– 165 mm	
OUAHIGOUYA (Yatenga)	Pér.	1930-1965	1966-1985		
	P	720 mm	570 mm	– 150 mm	– 21 %
	CV	16 %	25 %	+ 9 %	
	P80	620 mm	470 mm	– 150 mm	
DORI (Oudalan)	Pér.	1931-1965	1966-1985		
	P	560 mm	470 mm	– 90 mm	– 16 %
	CV	20 %	23 %	+ 3 %	
	P80	460 mm	370 mm	– 90 mm	
MARADI	Pér.	1932-1965	1966-1985		
	P	630 mm	465 mm	– 165 mm	– 26 %
	CV	19 %	27 %	+ 8 %	
	P80	535 mm	350 mm	– 185 mm	

Pér. : Période
CV : Coefficient de variation

P : Pluviométrie
P80 : Pluviométrie minimale obtenue 8 années sur 10

Ces trois indicateurs permettent de dresser un premier état de l'évolution de la pluviométrie durant les dernières décennies (tab. 2) et de faire les remarques suivantes :

• au cours des années précédant la période de sécheresse, la pluviosité moyenne au sein de la zone sahélo-soudanienne pouvait être très variable (510 mm à Dori contre 1150 à Kita) les régions occidentales à latitude égale étant plus arrosées. Cependant, la moyenne pluviométrique était partout largement supérieure au seuil de 400 mm, qui peut être considéré comme le seuil en dessous duquel les cultures pluviales deviennent très aléatoires. Ceci reste vrai en considérant la pluviosité minimale observée huit années sur dix. Ceci explique en partie l'extension des cultures vers le nord au détriment des zones pastorales à laquelle on a assisté avant 1965 dans l'ensemble du Sahel ;

• durant la même période (1930-1965) le coefficient de variation de la pluviométrie est proche de 20 % dans les différentes stations considérées et quelle que soit leur pluviométrie moyenne annuelle. A la différence d'autres zones arides, ce coefficient n'augmente pas avec la baisse de la pluviométrie. Ceci étant, une baisse de 30 % d'une pluviométrie de 500 mm a plus de conséquence que la même baisse pour une pluviométrie de 900 mm ;

• la sécheresse s'est traduite, par définition, par une baisse conséquente de la pluviométrie (de 100 à 300 mm, suivant les régions). En valeur relative, cette diminution est loin d'être uniforme : la façade océanique est la plus touchée (– 35 % au Pays Sérer, – 29 % au Guidimaka ; l'Oudalan, région la plus aride, est sensiblement moins affectée (– 16 %) ;

• en conséquence, la pluviométrie annuelle moyenne atteint dans les régions les plus arides (Guidimaka, Oudalan, Maradi) une valeur proche de 450 mm. Mais la pluviométrie enregistrée huit années sur dix, passe en-dessous du seuil précédemment signalé de 400 mm, ce qui laisse supposer au moins deux années catastrophiques sur dix (soit quatre années au total pour l'ensemble de la période) ; ce phénomène touche également le Pays Sérer ;

• la variabilité de la pluviométrie tend à s'accroître avec la sécheresse, exception faite de la région de Kita. Dans cette dernière région, la sécheresse s'est traduite par une baisse généralisée des précipitations, qui se sont stabilisées autour de 900 mm. L'augmentation de la variabilité du total pluviométrique reste cependant partout faible, sauf en Pays Sérer (+14 %), où la baisse des précipitations s'accompagne d'un accroissement de l'incertitude face aux aléas climatiques.

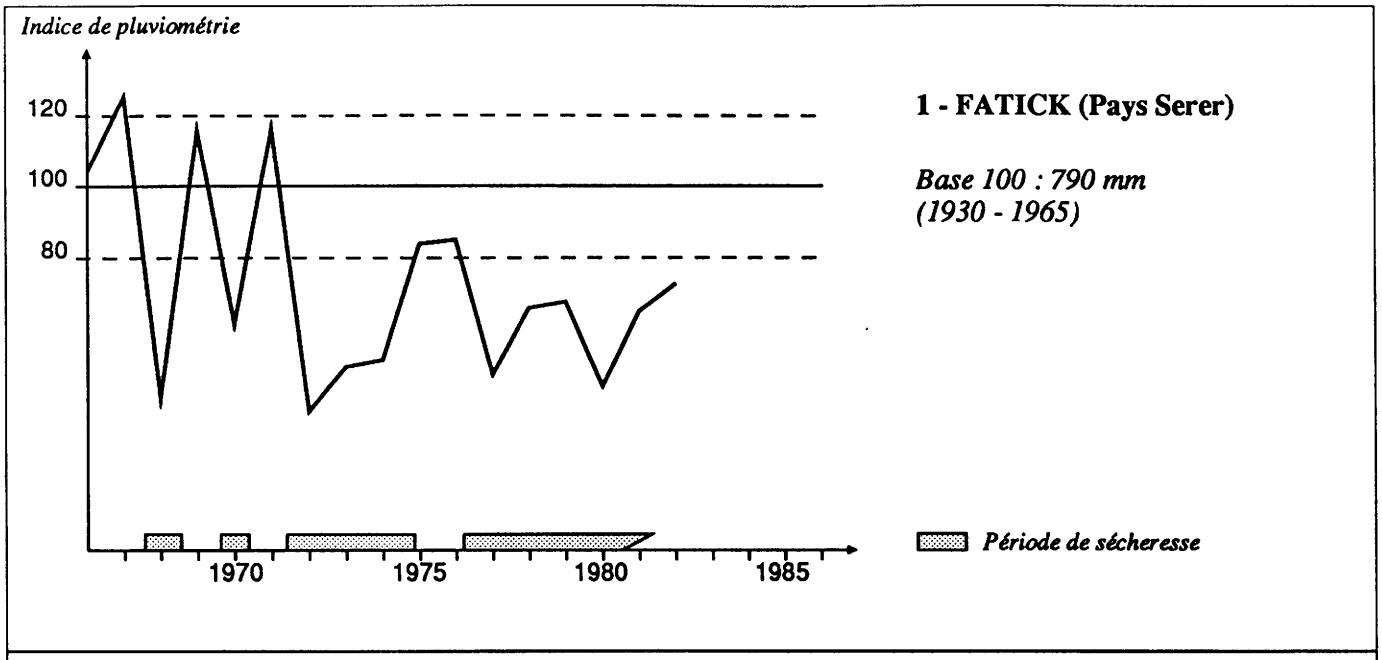
Pour affiner l'analyse, il convient, au sein de la période globalement sèche, d'examiner l'agencement d'années très sèches et d'autres plus ou moins normales. En effet, la valeur moyenne de la pluviométrie peut cacher des successions d'années très différentes, dont les conséquences sur la production ne seront pas les mêmes. Par exemple, plusieurs années largement déficitaires consécutives peuvent conduire à la destructuration des unités de production (décapitalisation, exode...) alors qu'une alternance régulière de bonnes et mauvaises années s'avère souvent plus supportable.

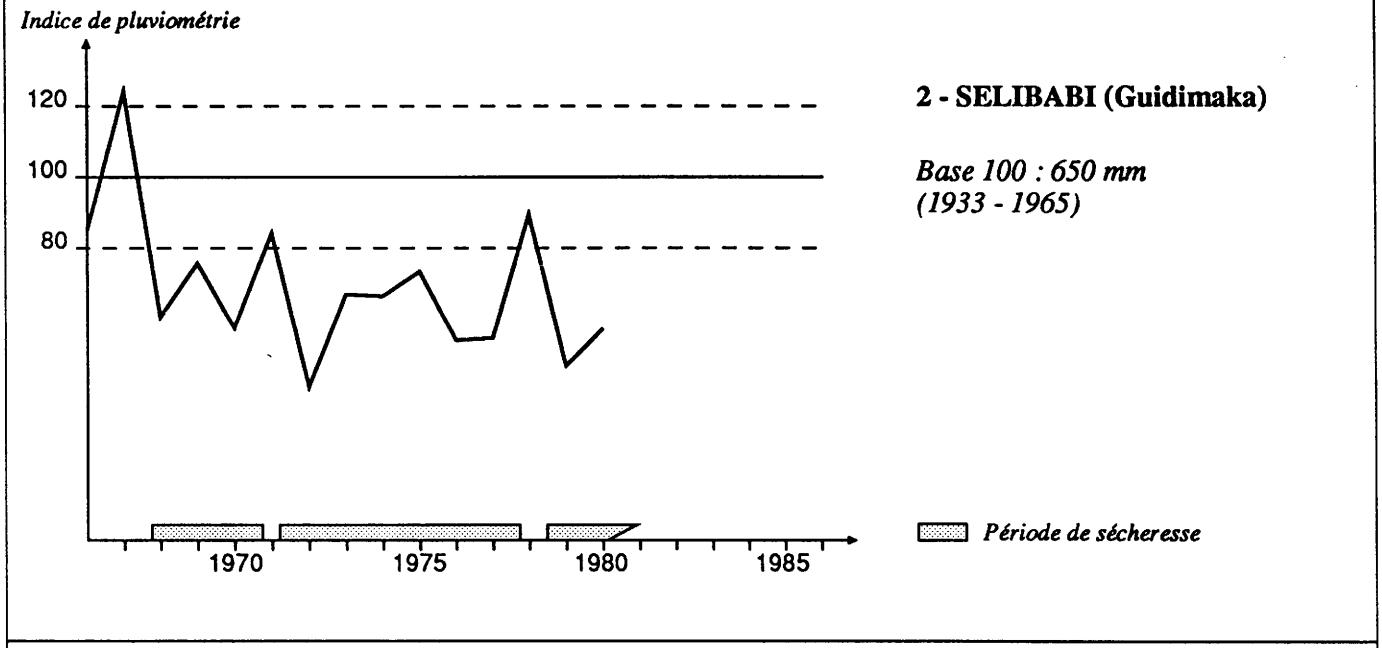
Afin de rendre possible les comparaisons inter-régionales, les pluviométries annuelles de la période récente ont été situées par rapport à la moyenne des années 1930-1965 (base 100). L'indice 80 sert de seuil pour déterminer les périodes de sécheresse marquée (fig. 4). Il apparaît des situations relativement contrastées suivant les régions :

• alternance d'années sèches et d'années pluvieuses (Oudalan) ;

• sécheresse continue sur l'ensemble de la période, avec parfois une année un peu meilleure (Pays Sérer et Guidimaka) ;

• existence de deux périodes, de sécheresse centrées sur 1972-1973 et 1983-1984, la pluviométrie retrouvant des valeurs plus "normales" entre les deux phases (Yatenga, Maradi). La région de Kita se rattache à ce dernier type, la baisse de la pluviométrie restant cependant limitée (pluviométrie toujours supérieure à l'indice 70).





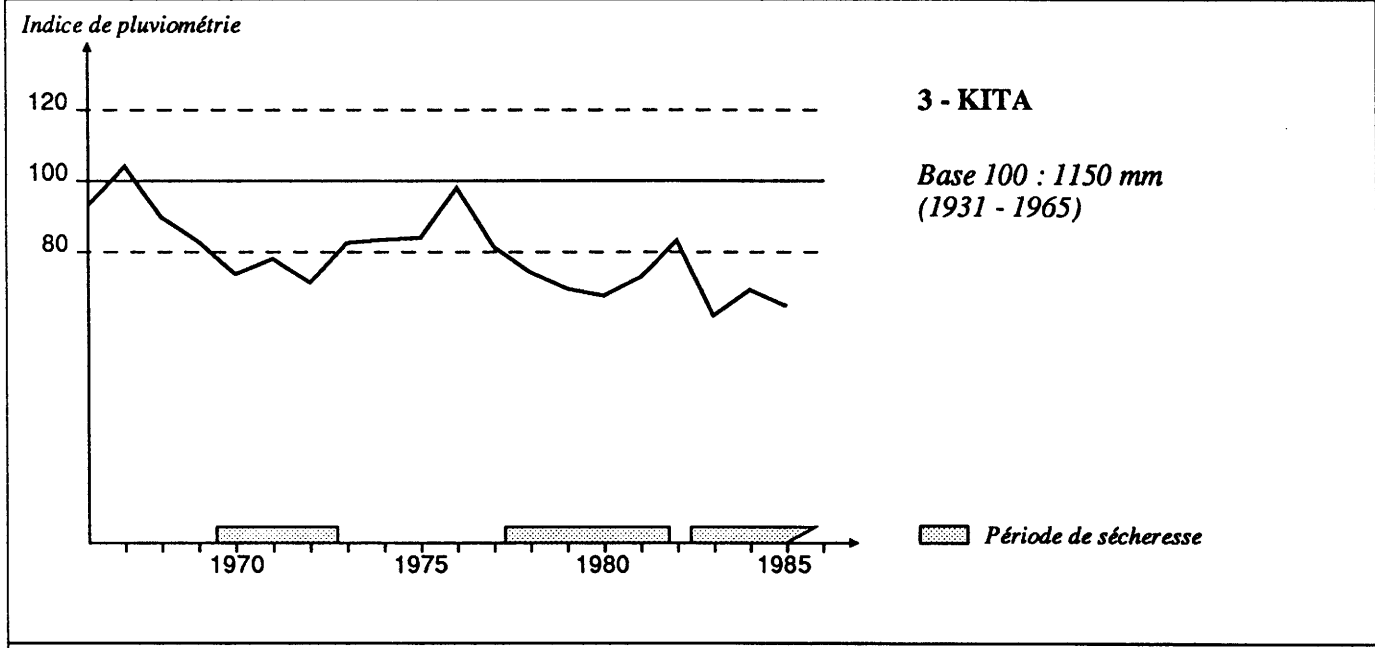
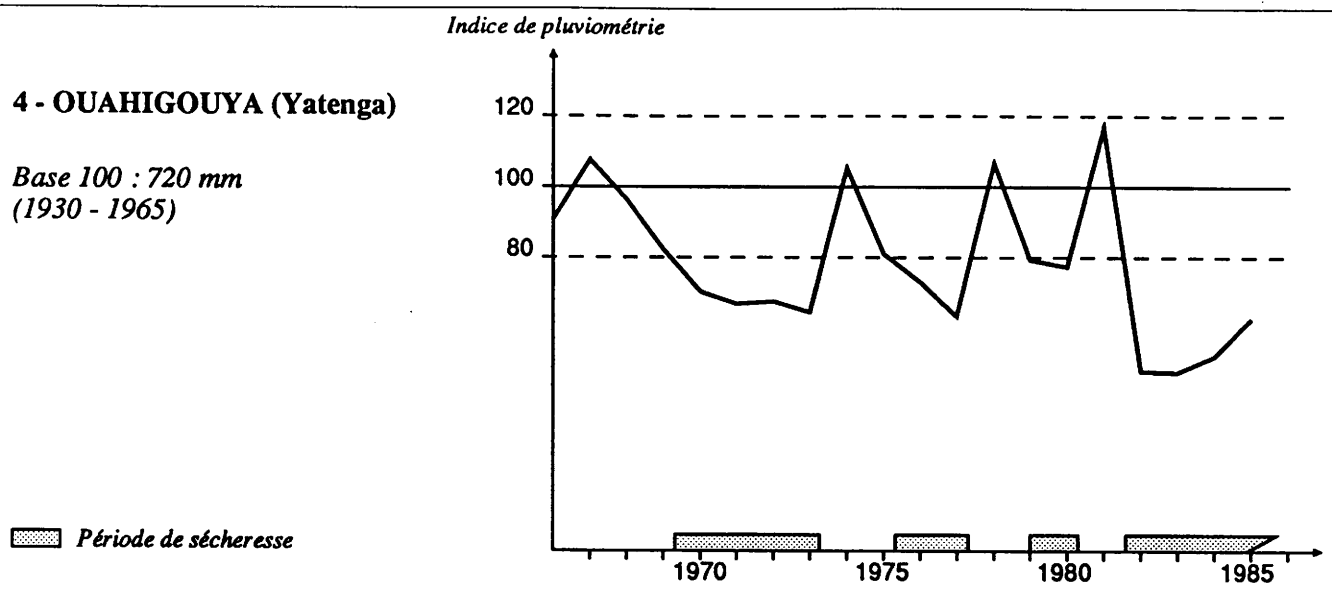


Fig. 4a - Evolution de la pluviométrie annuelle (Période 1966 - 1985).

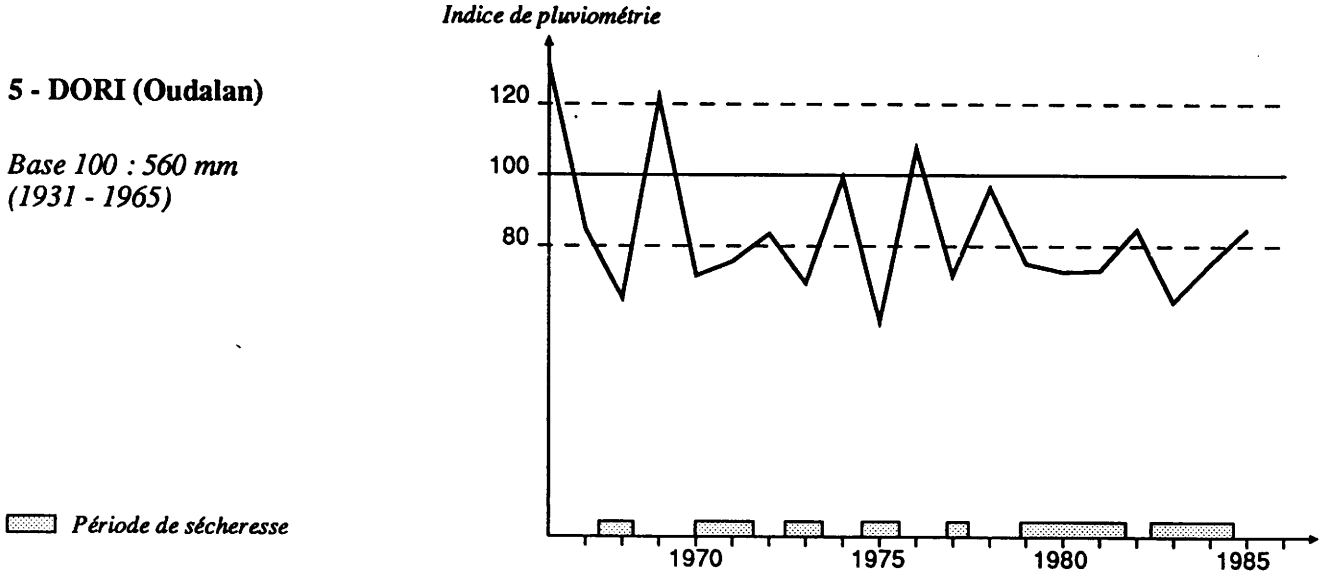
4 - OUAHIGOUYA (Yatenga)

Base 100 : 720 mm
(1930 - 1965)



5 - DORI (Oudalan)

Base 100 : 560 mm
(1931 - 1965)



6 - MARADI

Base 100 : 630 mm
(1932 - 1965)

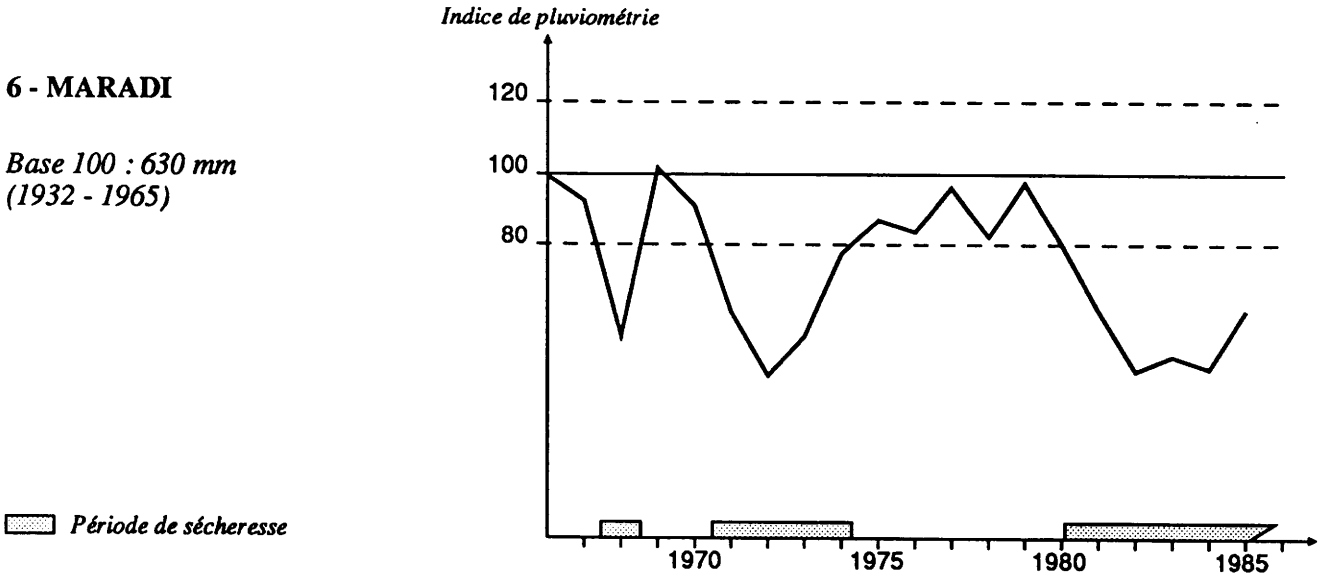


Fig. 4b - Evolution de la pluviométrie annuelle (Période 1966 - 1985).

Tableau n° 3 : EVOLUTION DES DATES DE DEBUT ET DE FIN DE LA SAISON DE VEGETATION, ET DE SA DUREE

		DEBUT DE SAISON			FIN DE SAISON			DUREE SAISON		
		D.M.	C.V.	D80	D.M.	C.V.	D80	Du.M	C.V.	Du.80
PAYS SERER	1930 - 1965	25/06	8,2	10/07	12/10	3,9	5/10	107	17	90
Fatick	1966 - 1982	07/07	7,3	20/07	5/10	4,7	25/9	88	16	75
	Variation	+ 12 J	- 0,9	+ 10 J	- 7 J	+ 0,8	- 10 J	- 19 J	- 1	- 15 J
GUIDIMAKA	1933 - 1965	20/06	8,5	05/07	02/10	5,5	20/09	102	21	90
Selibabi	-									
	-									
KITA	1931 - 1965	27/05	6,9	10/06	9/10	4,4	30/09	132	14	120
	1966 - 1985	04/06	7,3	10/06	9/10	5,1	30/09	125	15	110
	Variation	+ 8 J	+ 0,4	-	-	+ 0,7	-	- 7 J	+ 1	- 10 J
YATENGA	1930 - 1965	10/06	10	20/06	25/9	4,4	20/09	105	19	90
Ouahigouya	1966 - 1985	16/06	10	01/07	26/9	5,4	15/09	99	28	80
	Variation	+ 6 J	-	+ 10 J	+ 1 J	+ 1	- 5 J	- 6 J	+ 9	- 10 J
OUDALAN	1931 - 1965	21/06	9	01/07	21/09	5,6	10/09	89	22	80
Dori	1966 - 1985	24/06	8,3	10/07	15/09	6,8	05/09	80	26	60
	Variation	+ 3 J	- 0,7	+ 10 J	- 6 J	+ 1,2	- 5 J	- 9 J	+ 4	- 20 J
MARADI	1932 - 1965	17/06	11,1	01/07	21/09	3,8	10/09	95	22	80
	1966 - 1985	22/06	10,1	10/07	16/09	6,1	31/08	84	31	60
	Variation	+ 5 J	- 1	+ 10 J	- 5 J	+ 2,3	- 10 J	- 11 J	+ 9	- 20 J

Légende :
D.M. = Date moyenne
Du.M. = Durée moyenne (en jours)
C.V. = Coefficient de variation (en %)
D80 = Date obtenue 8 années sur 10
Du. 80 = Durée minimum obtenue 8 années sur 10 (en jours)

2. Position et durée de la saison de végétation

La date d'installation des pluies et la durée de la saison sont deux paramètres essentiels pour l'agriculture, car ils déterminent d'une part la date de semis et donc la position des cycles culturaux, d'autre part la durée de la période pendant laquelle les cultures peuvent bénéficier des précipitations indépendamment des conditions d'alimentation hydrique durant cette période que nous aborderons ultérieurement.

Pour appréhender ces caractéristiques climatiques, trois indicateurs ont été retenus : dates de début, de fin et durée de la saison de végétation. Cette saison est définie comme la période où la pluviométrie, calculée sur une base décadaire, est supérieure à la moitié de l'ETP, en ayant soin d'éliminer les pluies trop précoces ou trop tardives (décades humides suivies ou précédées de trois décades sèches ou plus).

Les données figurant sur le tableau 3 ainsi que sur la figure 5 permettent les constatations suivantes :

• il existe une bonne corrélation entre total pluviométrique et durée du cycle, aussi bien en ce qui concerne la période favorable 1930-1965 que la période récente. Ceci signifie que la réduction de la pluviométrie due à la sécheresse s'accompagne d'une diminution à peu près proportionnelle de la longueur du cycle. Celle-ci reste partout inférieure à dix jours, sauf en Pays Sérer où elle atteint vingt jours (nous ne disposons malheureusement pas des données pour Sélibabi) ;

• suivant les régions, la variabilité de la durée du cycle (de l'ordre de 15-20 % en longue période) peut rester stable (Pays Sérer, Kita) ou augmenter de manière significative (Yatenga, Oudalan, Maradi). L'augmentation de la variabilité correspondant à une plus forte incertitude, ces dernières régions seront donc défavorisées et les choix techniques des paysans seront soumis à de plus grands aléas ;

• la réduction de la durée de la saison de végétation correspond à une arrivée plus tardive des pluies et, dans une moindre mesure, à une fin plus précoce de la saison. En termes fréquentiels, la date de début de saison est retardée de 10 jours, celle de fin de saison de 5 à 10 jours, soit une réduction totale de 10 à 20 jours ;

• l'incertitude portant sur la date de début de saison était et reste supérieure à celle concernant la fin de saison, tout en gardant de faibles valeurs (inférieures à 10 %). La sécheresse a eu pour conséquence une augmentation de la variabilité de la date de fin de saison, celle de début de saison restant globalement stable.

Les modalités d'action de la sécheresse sur la durée et la position du cycle de végétation s'avèrent donc aussi contraignantes que la baisse du total pluviométrique. En particulier, les nouvelles conditions peuvent aboutir à une inadaptation des espèces et variétés ayant des cycles trop longs par rapport à la nouvelle durée moyenne de la saison pluvieuse.

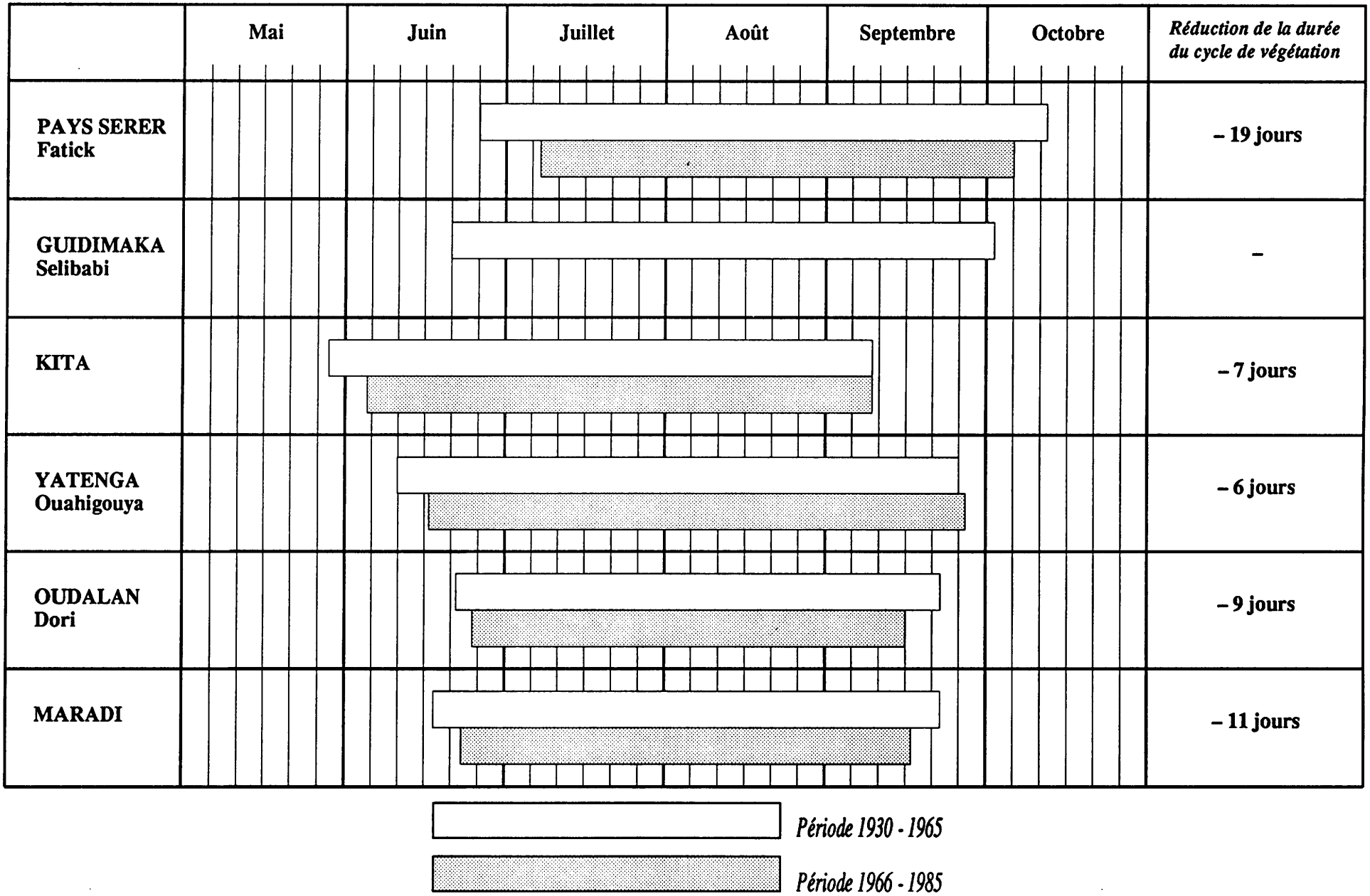


Fig. 5 - Position et durée moyennes de la saison de végétation.

Tableau n° 4 : POURCENTAGE D'ANNEES PRESENTANT DES DECADES SECHES AU COURS DE LA SAISON DE VEGETATION

	FATICK (Pays Sérer)		SELIBABI (Guidimaka)		KITA		OUAHIGOUYA (Yatenga)		DORI (Oudalan)		MARADI	
	1930-65	1966-82	1933-65	—	1931-65	1966-85	1930-65	1966-85	1931-65	1966-85	1932-65	1966-85
Nombre total de décades sèches par saison	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0	8	29	16		17	25	25	20	22	10	35	30
1	37	29	18		34	20	20	20	18	32	34	30
2	43	6	30		29	25	26	25	45	37	22	20
3	9	24	18		11	30	17	10	9	11	3	10
4	3	6	12		6	–	3	15	6	5	–	10
5	–	6	3		3	–	6	10	–	5	6	–
6	–	–	3		2	–	–	3	–	–	–	–
Nombre de décades sèches consécutives par saison	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2	23	29	36		14	25	26	30	21	26	19	20
3 et plus	–	–	3		3	–	3	5	–	5	–	5
Nombre moyen de décades sèches par saison	1,6	1,7	2,1		1,6	1,8	2,1	1,6	1,8	1,3	1,3	1,4

3. Occurrence de périodes sèches en cours de cycle

Une caractéristique importante du climat sahélo-soudanien est l'extrême irrégularité des pluies au sein même de la saison de végétation. Il peut en résulter des périodes de sécheresses en cours de cycle plus ou moins longues, pouvant entraîner de fortes baisses de rendement. L'impact de ces sécheresses en cours de cycle étant fonction du stade de développement des cultures, seule une étude du bilan hydrique de ces cultures permettrait d'apprécier cet impact. Cette étude étant faite par ailleurs, nous nous limiterons à évaluer ce type de déficit hydrique en considérant le nombre et la position des décades sèches en cours de cycle. La définition d'une décade sèche est basée sur le même critère que précédemment : pluviométrie inférieure à la moitié de l'ETP.

Une attention toute particulière sera portée aux décades sèches consécutives ; en effet, la réserve en eau du sol est généralement suffisante pour permettre aux cultures de subir dix jours de sécheresse sans trop de dommages ; des problèmes se poseront pour la période sèche de durée plus longue.

Les résultats (tab. 4 et fig. 6) confirment le caractère général de l'apparition de ces sécheresses en cours de cycle. Toutes les régions en présentent au moins une, 7 à 9 années sur 10. La durée totale moyenne de ces périodes oscille entre 15 et 20 jours. De ce fait, les fréquences maximales s'observent pour une ou deux décades sèches par saison.

Ces caractéristiques communes à toutes les régions n'empêchent pas l'existence de situations contrastées. Il est ainsi possible d'opposer des zones où l'occurrence de trois décades sèches totales ou plus est observée trois années sur dix (Guidimaka, Yatenga) et moins de deux années sur dix (Pays Sérer, Kita, Oudalan, Maradi). Comme il existe une forte corrélation entre l'apparition de trois décades sèches totales et l'existence d'au moins deux décades sèches consécutives, il est possible d'en conclure que le climat des premières régions présentait déjà avant 1965 des risques de sécheresse particulièrement accusés.

Au cours de la période récente, le nombre moyen de décades sèches par saison est resté étonnamment stable. Les histogrammes de fréquence d'apparition des décades sèches (fig. 6) suggèrent que cette stabilité est le fait de deux phénomènes jouant de manière antagoniste :

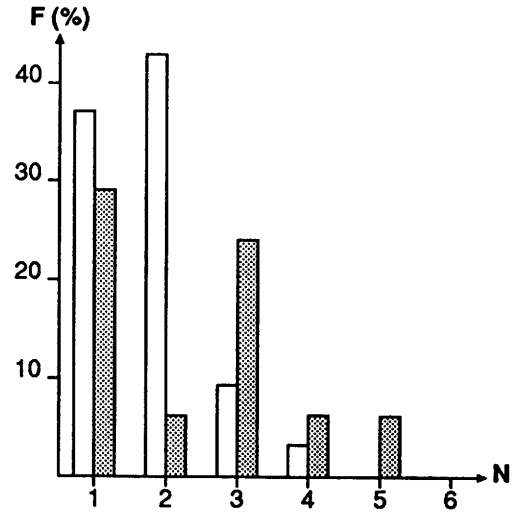
- augmentation du nombre d'années à trois décades sèches ou plus, et de périodes où la durée du déficit hydrique excède 10 jours consécutifs (plus d'une année sur quatre, dans toutes les régions) ;

- important raccourcissement de la saison pluvieuse, entraînant une concentration des pluies.

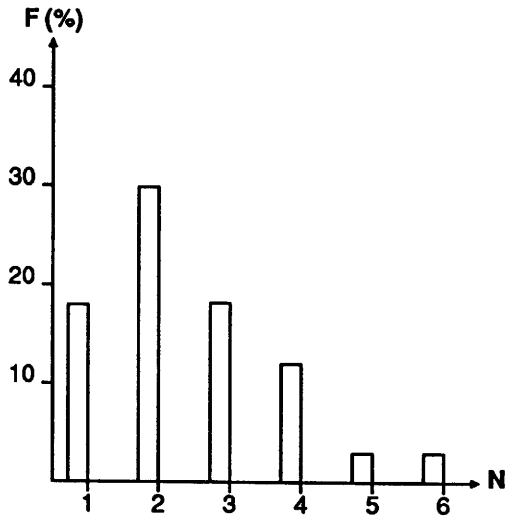
Il en résulte une multiplication des risques pour les paysans, qui peuvent être confrontés soit à de graves sécheresses intermédiaires, soit à une saison de végétation particulièrement réduite.

Si on analyse les courbes de fréquence des risques de décades sèches en cours de cycle (fig. 7) on constate que l'augmentation des risques de sécheresse est en moyenne répartie assez uniformément tout au long de la saison pluvieuse, les décades sèches peuvent survenir à tout moment du cycle, leur fréquence d'apparition étant plus élevée en début et fin de cycle (elle ne descend en-dessous de deux années sur dix que pour les mois de juillet et d'août, avec prolongation en septembre au Pays Sérer et à Kita). L'augmentation de cette fréquence accompagnant les périodes de sécheresse est surtout marquée au début du cycle (phénomène particulièrement net à Kita et dans l'Oudalan), mais peut intervenir à d'autres périodes (deuxième décade d'août à Ouahigouya). Elle correspond généralement à l'augmentation de l'occurrence de décades sèches consécutives. Pour les cultures, cela se traduit par un risque élevé de mauvaise germination ou de dessèchement des plantules après levée.

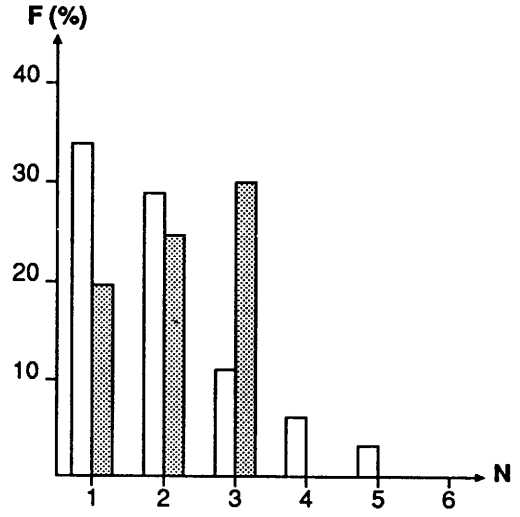
1 - FATICK (Pays Serer)



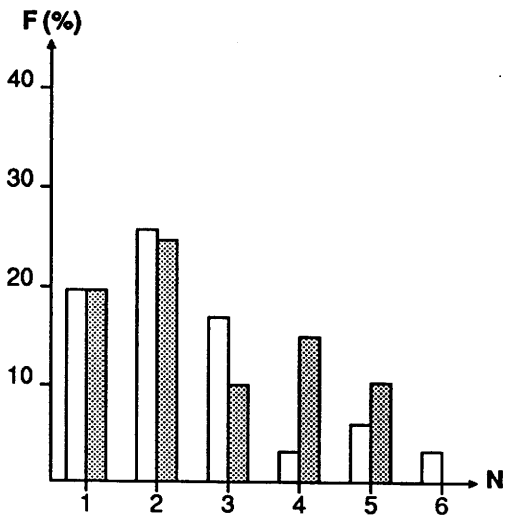
2 - SELIBABI (Guidimaka)



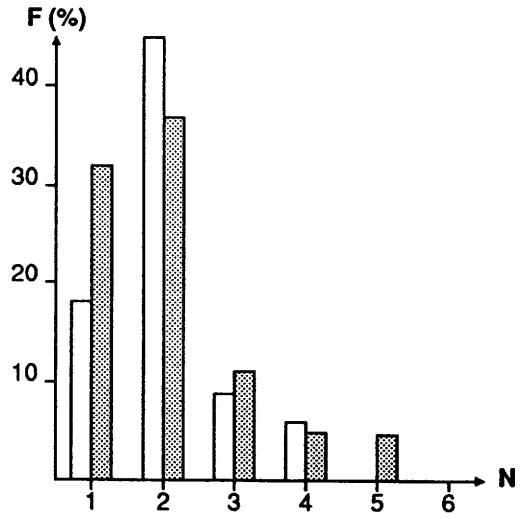
3 - KITA



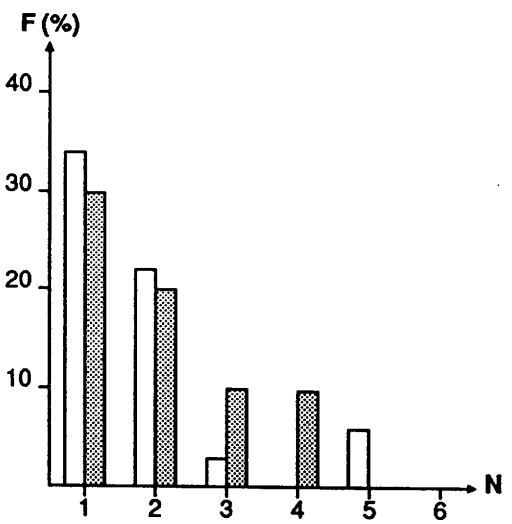
4 - OUAHIGOUYA (Yatenga)



5 - DORI (Oudalan)



6 - MARADI



Période 1930 - 1965

Période 1966 - 1985

N *Nombre de décades sèches par an*

F *Fréquence en %*

Fig. 6 - Fréquences du nombre de décades sèches au cours de la saison de végétation.

4. Conclusion

Ce rapide examen des quelques caractéristiques climatiques particulièrement importantes pour l'agriculture permet de mettre en évidence une certaine hétérogénéité de la sécheresse qu'ont subie les différentes régions de la zone sahélo-soudanienne. Suivant l'intensité de la sécheresse on peut distinguer les cas suivants :

• **perturbation importante et continue des conditions climatiques** (Pays Sérer, Guidimaka), impliquant une profonde modification des systèmes de production ;

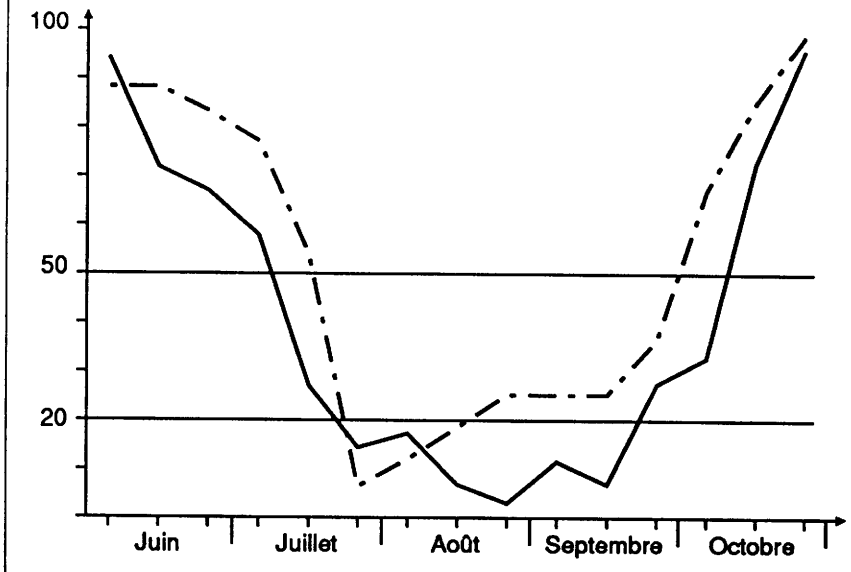
• **amplification des variations climatiques antérieurement constatées** (Oudalan), qui laisse présager une simple adaptation des systèmes de production déjà conçus en fonction de conditions climatiques aléatoires ;

• **existence de deux "chocs climatiques"** sévères par leur durée (deux à quatre ans) et leur intensité, entrecoupés de périodes plus favorables (Yatenga, Maradi). L'évolution des systèmes de production est dans ce cas plus difficile à prévoir.

Le cas de Kita s'apparenterait plutôt à la première catégorie, par le caractère continu de la baisse pluviométrique. Mais la plus grande pluviosité moyenne de cette région atténue certainement l'impact de ce type de sécheresse.

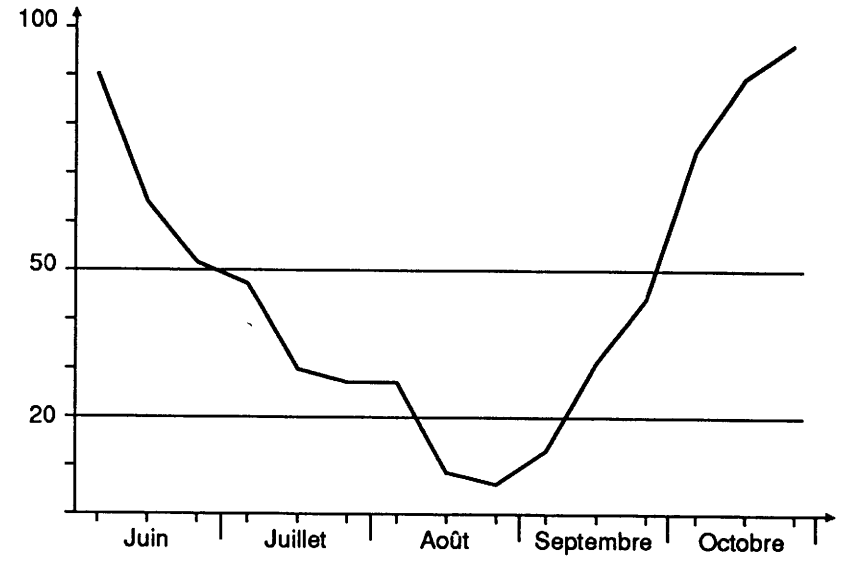
Ces résultats sont cependant à considérer avec précaution. En effet, les données d'une seule station ont été utilisées pour caractériser chaque région. Or, la pluviométrie de la zone sahélo-soudanienne présente une forte hétérogénéité intrarégionale qui fait que, pour une moyenne pluviométrique donnée, on peut trouver des zones bien arrosées et d'autres sans pluie, obligeant les agriculteurs à abandonner leur village (cas de l'année 1984 à Maradi).

D'autre part, les caractéristiques hydriques des sols peuvent jouer un rôle tampon vis-à-vis des aléas climatiques. Il faut donc associer à l'étude du climat, celle des terrains.



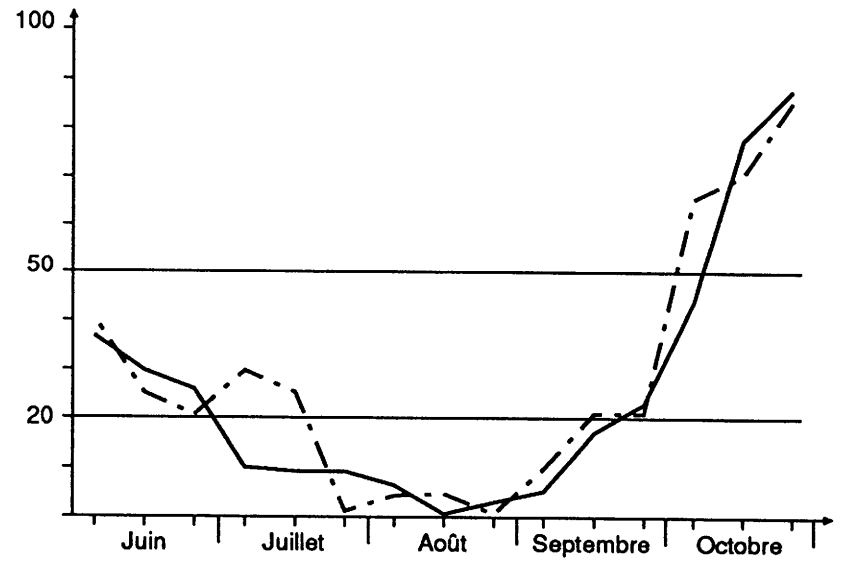
1 - FATICK (Pays Serer)

Période 1930 - 1965
Période 1966 - 1985



2 - SELIBABI (Guidimaka)

Période 1930 - 1965
Période 1966 - 1985

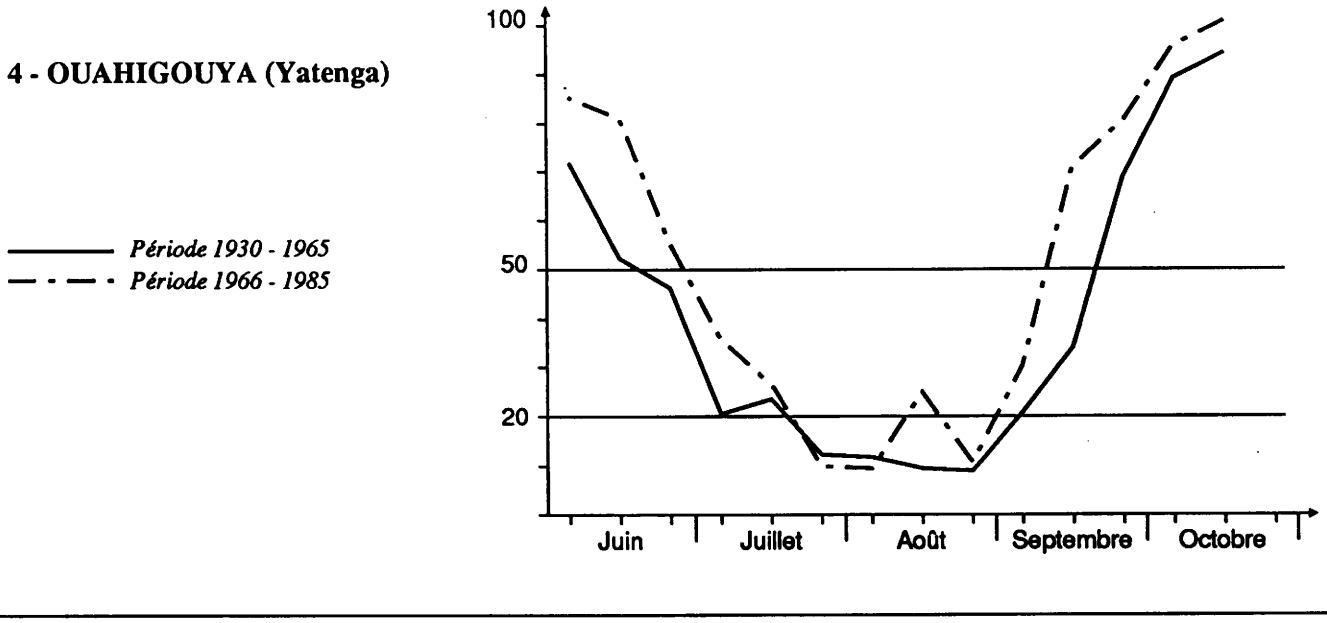


3 - KITA

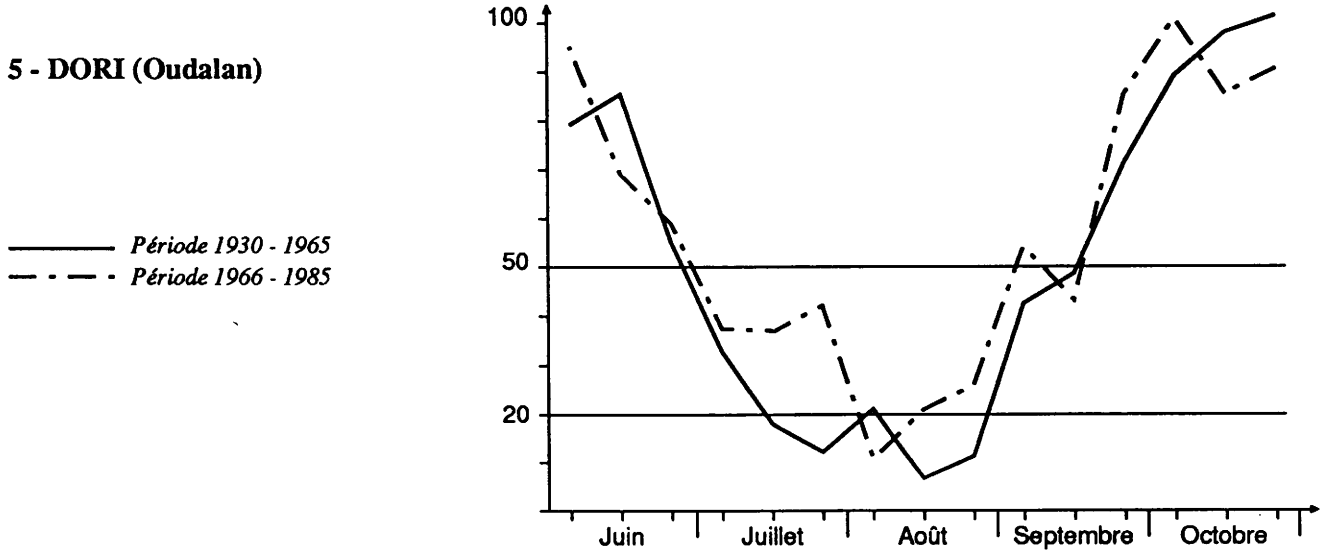
Période 1930 - 1965
Période 1966 - 1985

Fig. 7a - Fréquences d'occurrence de décades sèches au cours de la saison pluvieuse.

4 - OUAHIGOUYA (Yatenga)



5 - DORI (Oudalan)



6 - MARADI

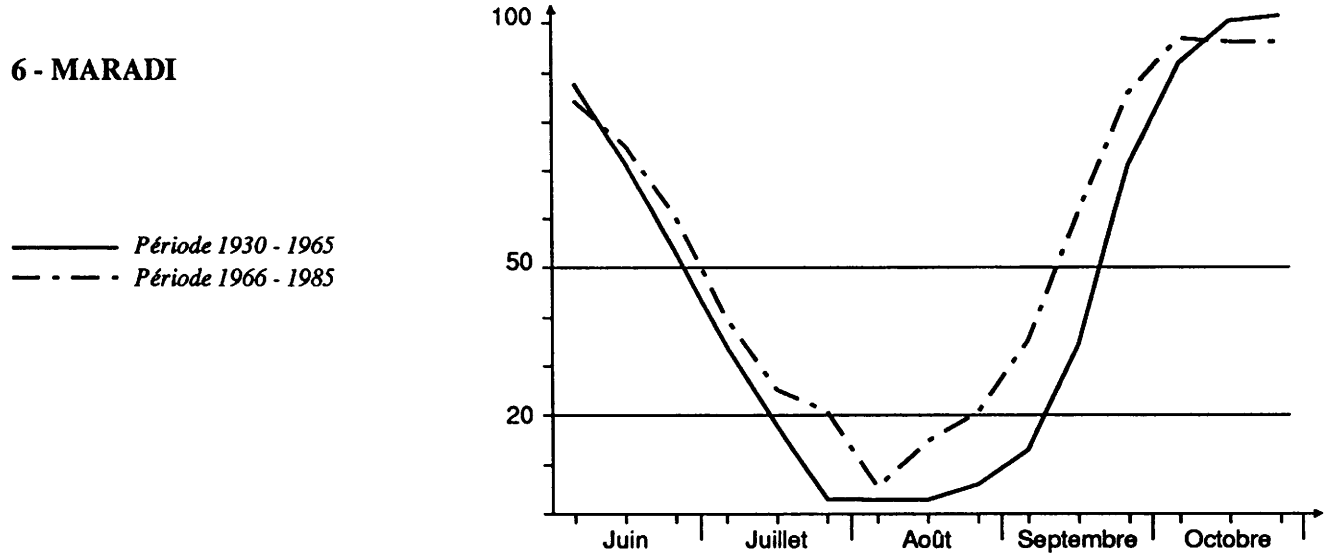


Fig. 7b - Fréquences d'occurrence de décades sèches au cours de la saison pluvieuse.

II - Les terrains

La notion de terrain est utilisée ici dans le sens agronomique du terme, elle inclut les caractéristiques propres au sol et à sa topographie. Face à la multiplicité des conditions locales, il importait avant tout de mettre en évidence les traits essentiels permettant, d'une part, de saisir certains déterminants de l'organisation des systèmes de production liés aux contraintes et potentialités du milieu, d'autre part de compléter l'analyse comparative de nos six régions. De cette approche résolument simplificatrice résultent quelques approximations ; en particulier les régions étudiées seront surtout décrites en fonction des faciès et modelés dominants, en particulier pour le Yatenga et l'Oudalan.

Par ailleurs, l'accent a été mis sur l'évolution récente des conditions du milieu physique sous l'influence de la sécheresse.

1. Caractéristiques générales des terrains

La figure 8 donne une idée de la diversité des situations morphopédologiques dominantes d'une région à l'autre. En première analyse, il est possible d'opposer deux types de situations en fonction du modelé des terrains que l'on peut identifier à l'échelle des territoires villageois :

• territoires villageois recouvrant une toposéquence étendue, associée à une catena de sols (Kita, Yatenga, Oudalan). Le modelé conditionne dans ces régions une pédogenèse différenciée suivant la place des terroirs dans la toposéquence ;

• territoires villageois s'étendant largement sur de vastes espaces plans, associés à des zones légèrement déprimées de dimension limitée (Pays Sérer, Maradi).

Le Guidimaka représente une situation intermédiaire entre ces deux types, les territoires villageois étant à cheval entre de vastes plateaux sableux et des axes hydrographiques plus ou moins encaissés.

Au delà de ces regroupements effectués sur une base purement morphologique, il est possible de dégager quelques constantes :

Coexistence de vastes plages sableuses et de ressources en eau

mis à part le cas des régions les plus septentrionales de la zone sahélo-soudanienne, domaine du pastoralisme, l'implantation humaine est le fait de sociétés d'agriculteurs sédentaires dont les activités sont cependant souvent associées à celles de populations de pasteurs nomades en voie de sédentarisation.

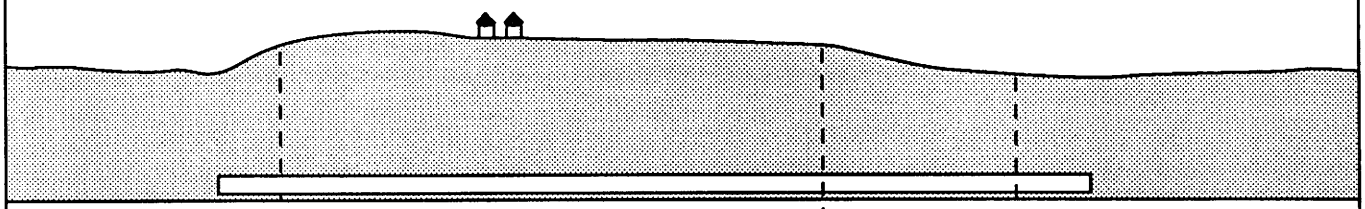
Leur installation est conditionnée par la conjonction de ressources hydriques accessibles à usage domestique (bas-fonds, marigots, puisards quand la nappe phréatique est proche) et de terres cultivables.

Or, étant donné le niveau technique traditionnel de l'agriculture (outillage manuel), ce sont les sols sableux, plus légers donc plus faciles à travailler, qui sont les plus recherchés ; ces sols présentent en outre des caractéristiques hydriques favorables (bonne infiltration, stockage généralement important du fait de la profondeur, phénomène de "self-mulching".

La conjonction de ressources en eau et en terres cultivables est un des déterminants principal de l'occupation de l'espace par les communautés rurales ; dans le cas extrême de l'Oudalan, où elles se répartissent dans l'espace de façon très localisée, cette conjonction détermine strictement l'implantation humaine.

1 - PAYS SERER

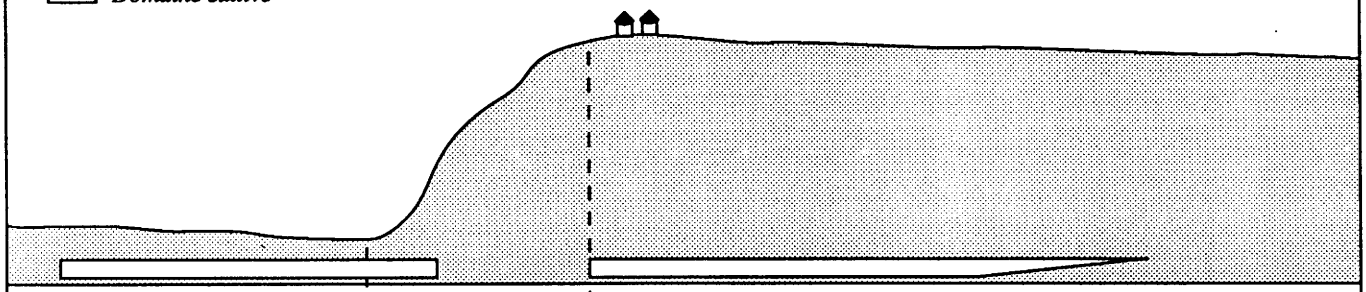
Domaine cultivé



	Bas-fonds	Plaine sableuse	Zone de transition	Dépressions faiblement marquées
SURFACE	Marginaux	60 à 80 %	-	15 à 20 %
SOLS	Sols hydromorphes	Sols DIOR (sableux)	Sols DEK-DIOR	Sols DEK (sablo-argileux)

2 - GUIDIMAKA

Domaine cultivé

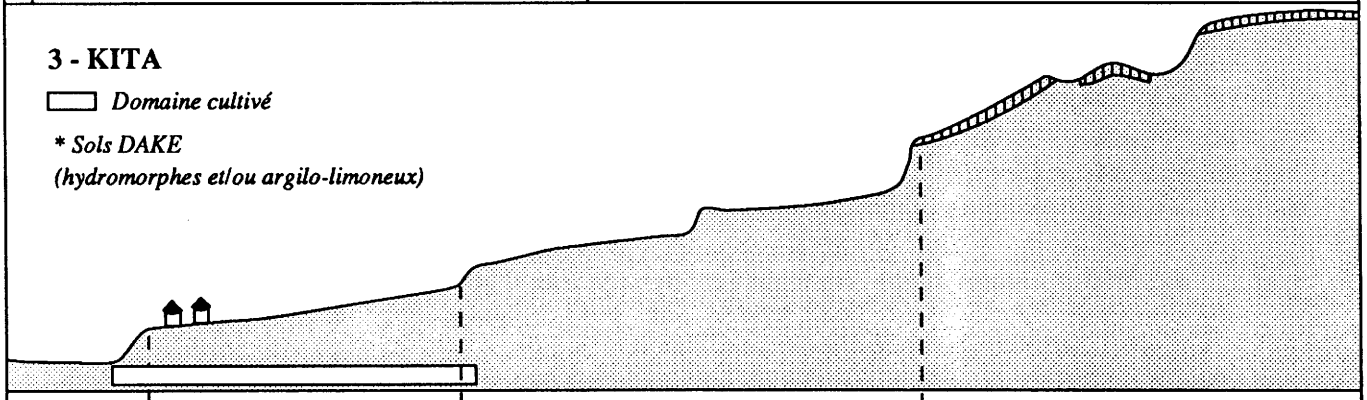


	Bas-fonds RAKHE	Versants PARAOLE	Plateau sableux et système dunaire GUILLU
SURFACE	5 %	15 %	80 %
SOLS	Sols KATAMAGNE (argilo-limoneux)	Sols NIARWALLE (sablo-argileux)	Sols SIGNA (sableux)

3 - KITA

Domaine cultivé

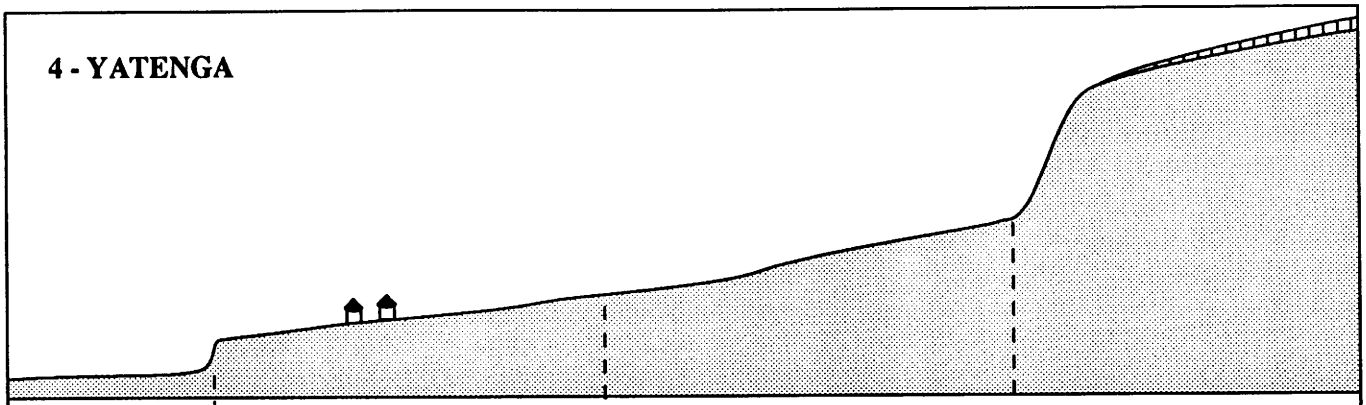
* *Sols DAKE (hydromorphes et/ou argilo-limoneux)*



	Bas-fonds	Bas-glacis	Haut-glacis + ou – cuirassé	Affleurements rocheux
SURFACE	5 %	40 %	35 %	20 %
SOLS	Sols DAKE *	Sols KENIE (sableux) et sols KONOU (sablo-argileux)	Sols FOUBA (gravillonnaires)	Lithosols

Fig. 8a - Séquences topographiques des finages villageois représentatifs de la zone étudiée

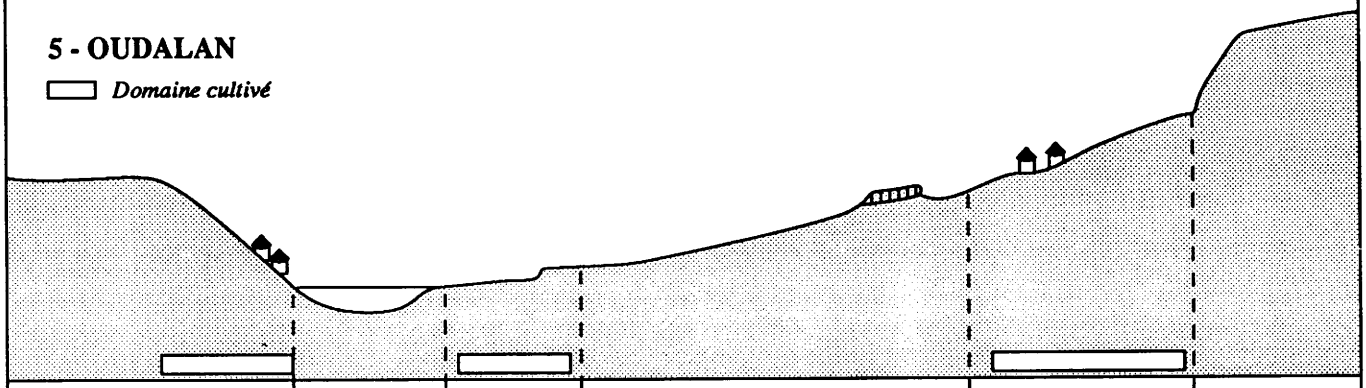
4 - YATENGA



	Thalwegs (a) et bas-fonds (b)	Bas-glacis	Haut-glacis	Collines birrimiennes et tables cuirassées
SURFACE	5 %	30 %	30 %	35 %
SOLS	KOSSOGHO (a) et BAOGO (b) hydromorphes	Sols BINSIRI (sableux) et DAGARE (sols indurés de texture variable)	Sols ZENKA (gravillonnaires) et BINSIRI (sableux)	Sols KOUGOUSI (lithosols)

5 - OUDALAN

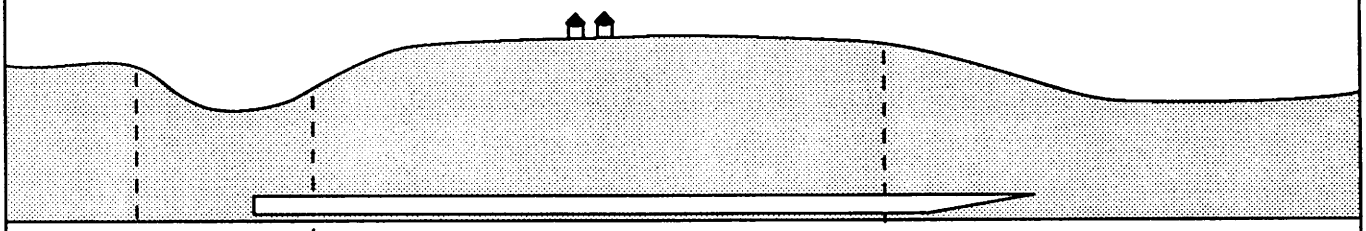
Domaine cultivé



	Dune (erg ancien et récent)	Mare	Colluvions	Glacis et reliefs cuirassés	Piémont éolien détritique	Collines de gabbro
SURFACE	20 %	5 %	5 %	40 %	10 %	20 %
SOLS	Sableux	-	Limono-argileux	Hétérogènes, + ou – enrichis en éléments fins	Sableux	Lithosols

6 - MARADI

Domaine cultivé



	Bas-fonds	Dune	Zone faiblement déprimée
SURFACE	Marginaux	60 à 100 %	0 à 40 %
SOLS	Sols FADAMA (argileux, vertisols)	Sols JIGAWA (sableux)	Sols GEZA (compacts) (Sablo-limoneux)

Fig. 8b - Séquences topographiques des finages villageois représentatifs de la zone étudiée

Coexistence, sur le territoire villageois, de plusieurs zones individualisées sur des critères pédologiques

si la présence de plages sableuses est toujours vérifiée, elle n'est jamais exclusive ; les territoires villageois peuvent englober d'autres types de terrains, généralement situés en position périphérique.

Ces terrains s'articulent autour d'une double distinction :

• distinction domaine cultivé/non cultivé :

- le domaine cultivé est centré sur les terres les plus légères, mais déborde souvent cette zone (cf infra). La végétation naturelle y a pratiquement disparu, ou a été profondément remaniée (parc à *Acacia albida* du Pays Sérer).

- Le domaine non cultivé est situé à la périphérie sur les sols présentant les plus fortes contraintes pour l'agriculture. La végétation y présente des faciès plus ou moins dégradés par rapport au climat, témoignage d'interventions anthropiques (collecte de bois de feu, pâturage, cultures sporadiques).

• distinction de terroirs au sein de l'espace cultivé : la dynamique de l'occupation des sols a souvent conduit à la mise en culture, au cours des dernières décennies, de terres considérées auparavant comme marginales pour l'agriculture. Il en est résulté une différenciation de terroirs, sur des critères pédologiques (au premier rang desquels on peut placer la texture des horizons de surface), différenciation rendue visible sur le terrain par les différents systèmes de culture mis en œuvre.

2. Dynamique de l'occupation des sols

La majorité des sols des régions étudiées appartiennent à la série pédogénétique des sols ferrugineux tropicaux et en présentent les principales caractéristiques : (tab. 5)

• faible teneur en matières organiques, généralement inférieure à 1,5 %

• faible capacité d'échange cationique (CEC) du complexe absorbant, atteignant exceptionnellement 10 meq/100 g ;

• très faible fertilité minérale, avec notamment une carence prononcée en phosphore disponible.

Le facteur le plus discriminant de la classification des sols est la texture des horizons de surface. En effet, dans les sols peu structurés, la texture conditionne largement les propriétés hydriques du sol, facteur décisif des potentialités culturales dans une agriculture très dépendante des conditions climatiques. Les nomenclatures vernaculaires recoupent d'ailleurs les grands ensembles texturaux (1), et confirment ainsi l'importance première de cette caractéristique. La perception des paysans permet de discerner :

• **des sols gravillonnaires,** peu profonds, ne pouvant stocker qu'une quantité d'eau limitée. Leur statut hydrique défavorable en fait des sols marginaux pour l'agriculture, même s'ils sont parfois cultivés (Yatenga) ,

• **des sols sableux** qui présentent un statut hydrique variable suivant leur profondeur, déterminant la capacité de stockage de l'eau. Les autres caractéristiques hydriques sont favorables : bonne infiltration, eau faiblement liée donc de restitution facile, phénomène de "self-mulching" limitant les pertes par évaporation (notamment en début de saison quand le sol est peu couvert). Ce sont en outre les sols les plus faciles à travailler avec l'outillage manuel traditionnel ;

(1) La correspondance entre classifications vernaculaire et pédologique est de ce fait parfois malaisée à établir. Ainsi, au Yatenga, les paysans regroupent sous le terme "Dagare" des sols divers, caractérisés par un horizon superficiel enrichi en éléments fins, donc fortement induré en début de saison pluvieuse

• **des sols sablo-argileux** dont l'horizon superficiel est enrichi en éléments fins. Ils sont de ce fait sensibles à la battance, voire à la prise en masse de l'ensemble du sol, ce qui diminue l'infiltration et accroît le ruissellement. Ils sont également plus difficiles à travailler ; leur mise en valeur est conditionnée par une modification de l'outillage et des techniques culturales. Les paysans reconnaissent néanmoins leur plus grande fertilité chimique, due à un complexe absorbant plus structuré ;

• **des sols lourd** situés en zone de bas-fonds, ils sont nettement enrichis en éléments fins. Ce sont des sols riches, bien structurés. Cependant, leur position topographique entraîne souvent des engorgements temporaires et parfois des phénomènes de submersion, dûs aux apports d'eau par ruissellement pouvant entraîner des situations d'hydromorphie.

Le domaine cultivé, toujours centré sur les plages sableuses, tend à déborder de son aire d'origine. Cette extension s'est faite sous l'influence de trois facteurs, qui ont parfois joué en synergie :

• **la saturation de l'espace :** les terroirs couverts de sols sableux ont pu au cours du temps être entièrement cultivés du fait de l'accroissement démographique ou de l'extensification des techniques culturales. Les paysans se sont vu dans ce cas contraints à cultiver des sols à aptitude culturale faible ou marginale (sols gravillonnaires du Yatenga, sols "geza" compacts à Maradi).

• **les modifications des techniques culturales :** les potentialités agricoles d'un sol ne peuvent s'apprécier qu'au regard des techniques disponibles. En zone sahélo-soudanienne, où l'outillage est resté essentiellement manuel, la cohésion du sol s'avère vite un facteur limitant, car elle rend les opérations culturales plus difficiles. L'introduction de la traction attelée a de ce fait été déterminante dans la colonisation de nouveaux terroirs (sols "dek" en Pays Sérer, sols "geza" a Maradi). Cette nouvelle technique a entraîné une modification du jugement paysan sur l'aptitude des sols : en effet, l'obstacle de la compacité une fois levée, c'est la fertilité chimique qui est devenu le principal facteur limitant. Les sols les plus lourds se sont révélés dans ce contexte les plus intéressants, car possédant un complexe absorbant plus riche. Cependant, cette évolution technique s'est toujours effectuée dans un contexte de saturation foncière. Elle ne s'est donc pas traduite par un déplacement de l'aire culturale, mais bien de son extension.

• **la sécheresse** enfin a eu un impact considérable en renforçant l'importance des comportements hydriques des sols dans l'appréciation de leur aptitude culturale. Compte-tenu des caractéristiques des sols et des techniques culturales employées, la sécheresse a pu jouer dans des sens différents suivant les régions.

• **mouvement vers les bas-fonds :** dans les zone où l'engorgement et/ou la submersion temporaire gênait la mise en culture des bas-fonds, la diminution de la pluviométrie et du ruissellement a permis leur mise en culture. Si celle-ci a permis de valoriser des sols potentiellement fertiles elle a eu aussi comme conséquence de diminuer ou supprimer les pâturages naturels que représentaient ces bas-fonds (Guidimaka, Yatenga, Oudalan). A Kita, les bas-fonds étaient utilisés pour la culture du riz : la disparition des submersions temporaires a entraîné l'extension des surfaces cultivées en sorgho au détriment du riz.

• **Importance accrue des sols sableux :** en période de sécheresse, les meilleurs résultats obtenus sur sols compacts grâce à la traction attelée ont été remis en cause. du fait du statut hydrique globalement plus défavorable de ces sols. La pression foncière constante explique que ces terroirs n'ont pas été désertés ; mais les sols sableux profonds malgré leur plus faible fertilité chimique sont les plus appréciés en période de sécheresse (Pays Sérer, Maradi).

Tableau n° 5.1 : PAYS SERER - Caractéristiques principales des sols cultivables.

Nom vernaculaire	DIOR	DEK
Classification pédologique	Sols ferrugineux tropicaux faiblement lessivés	Sols à hydromorphie temporaire de surface sur matériau marno-calcaire
Texture	Sableuse	Sablo-argileuse
S % L % A %	96 1 3	89 3 8
Fertilité chimique	Très faible	Moyenne
Taux matière organique (%) CEC (meq/100 g) P assimilable Truog (ppm)	0,4 2,0 8	0,4 6,5 10
Comportement hydrique	Bonne infiltration, faible rétention, mais profondeur importante : forte capacité de stockage	Prise en masse en sec : mauvaise infiltration en début de saison, tendance à la battance et cohésion importante en humide. Remontée de la nappe phréatique en saison pluvieuse : traces d'hydromorphie.

(Source : CHARREAU et NICOU, 1971 ; CHARREAU, 1961)

Modifications induites par la sécheresse : la sécheresse rend plus difficile l'exploitation des sols DEK, qui ont pu cependant être cultivés en période de sécheresse grâce à la mécanisation et à l'utilisation de variétés à cycle court.

Tableau n° 5.2 : GUIDIMAKA - Caractéristiques principales des sols cultivables.

Nom vernaculaire	SIGNA	NIARWALLE	KATAMAGNE
Classification pédologique	Sols brun-rouges subarides sur sables éoliens	Sols d'apport sur matériau sablo-argileux et argilo-sableux	Sols hydromorphes à glay
Texture	Sableuse	Sablo-argileuse	Argilo-limoneuse
S %	94	77	45
L %	3	13	23
A %	3	10	23
Fertilité chimique	Faible	Faible à moyenne	Moyenne
Taux matière organique (%)	1,0	1,2	1,6
CEC (meq/100 g)	2,7	11,4	23,9
P disponible (ppm)	28	14	35
Comportement hydrique	Bonne capacité d'infiltration. La capacité de stockage est très variable, car dépendant de la profondeur	Phénomène de battance limitant l'infiltration et facilitant le ruissellement	Engorgement, voire submersion temporaire
Erosion	Nulle	Forte : érosion en nappe + ravinement	Apports d'éléments fins

(Source : BRADLEY et al, 1977)

Modifications induites par la sécheresse : le ruissellement et les risques d'engorgement diminuent sur les versants et dans les bas-fonds, rendant ces terroirs plus intéressants pour l'agriculture du fait de leur fertilité chimique plus élevée parallèlement ; les sols sableux sont rendus moins attrayants à cause de la forte diminution de l'eau stockée.

Tableau n° 5.3 : KITA - Caractéristiques principales des sols cultivables.			
Nom vernaculaire	KENIE	KONOU	DAKE
Classification pédologique	Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés	Sols ferrugineux tropicaux lessivés modaux	Sols hydromorphes à gley (bas-fond)
Texture	Sableuse	Sablo-limoneuse	Argilo-limoneuse
S % L % A %	91 4 4	74 22 8	25 42 33
Fertilité chimique	Faible	Faible	Moyenne
Taux matière organique (%) CEC (meq/100 g) P assimilable (ppm)	0,8 1,7 7	1,2 2,5 10	2,1 4,5 13
Comportement hydrique	Bonne perméabilité Stockage important	Battance, pertes d'eau par ruissellement	Submersion régulière

(Source : BROUWERS et RAUNET, 1976)

Modifications induites par la sécheresse : la sécheresse se traduit par une diminution du ruissellement et, en conséquence, par des risques d'inondation moindres dans les bas-fonds.

Tableau n° 5.4 : YATENGA - Caractéristiques principales des sols cultivables.

Nom vernaculaire	ZENKA	BINSIRI ou BISGOU	DAGARE	KISSOGHO	BAOGO
Classification pédologique	Sols peu évolués d'érosion	Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés			
Texture S % L % A %	Gravillonnaire 75 (1) 15 (1) 10 (1)	Sableuse 74 17 9	Variable de sablo-limoneuse à sablo-argileuse enrichissement en éléments fins en surface		Limono-argileuse 51 33 16
Fertilité chimique Taux M.O. (%) CEC (meq/100 g) P total (‰)	Très faible 1,1 4,7 0,27	Faible 1,15 5,7 0,28		Moyenne 1,2 8,1 0,35	
Comportement hydrique	Faible capacité de stockage	Bonne perméabilité Capacité de stockage dépendant de la profondeur	Induration en sec. Phénomène de battance prononcé	Bonne capacité de stockage, bénéficie d'apports d'eau par ruissellement	Engorgement et submersion temporaire
Erosion	Forte, en nappe		Ravinement + décapage superficiel plages stériles (ZIPPELES)	Faible à moyenne	Nulle. Phénomène de colluvionnement (éléments fins)

(Sources : BOULET, 1968 ; MARCHAL, 1983)

Modification induite par la sécheresse : les risques d'inondation dans les bas-fonds devenant faibles, ces terrains se trouvent privilégiés par rapport aux sols légers, handicapés par leur faible capacité de stockage de l'eau.

(1) Composition de la fraction fine - Fraction grossière : environ 30 % - Pierrosité importante

Tableau n° 5.5 : OUDALAN - Caractéristiques principales des sols cultivables.

Localisation	Sol dunaire	Sols de Piémont	Sol de bas-fond
Classification pédologique	Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés sur sable éolien (erg ancien)	Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés à drainage interne limité en profondeur	Sols hydromorphe sur matériau argilo-sableux
Texture	Sableuse	Sableuse	Sablo-argileuse
S % L % A %	90 4 6	92 3 5	63 22 15
Fertilité chimique	Très faible	Très faible	Assez faible
Taux M.O. % CEC (meq/100 g) P total (‰)	0,3 1,3 0,11	0,2 1,9 0,06	1,1 7,7 0,26
Comportement hydrique	Bonne perméabilité Stockage important Pertes par percolation	Bonne perméabilité Stockage important Drainage limité : bonne rétention de l'eau localement, quelques plages battantes	Engorgements temporaires Tendance locale au comportement vertique (fentes de retrait)

(Sources : BOULET, 1968)

Modifications induites par la sécheresse : la limitation du ruissellement rend plus favorables les sols de bas-fonds ; la baisse de la pluviométrie désavantage surtout les sols dunaires, où l'eau s'infiltre trop profondément pour être utilisées par les plantes cultivées.

Tableau n° 5.6 : MARADI - Caractéristiques principales des sols cultivables.			
Nom vernaculaire	JIGAWA	GEZA	FADAMA
Classification pédologique	Sols ferrugineux tropicaux sur sable (erg ancien)	Sols ferrugineux tropicaux sur placages argilo-sableux	Sols hydromorphes et vertisols
Texture S % L % A %	Sableuse 93 4 2	Sableuse à sablo-argileuse 89 2 9	Sablo-argileuse à argileuse 78 4 14
Fertilité chimique Taux MO (%) CEC (meq/100 g) P total (‰)	Très faible 0,3 1,1 0,06	Faible 0,4 1,3 0,16	Moyenne
Comportement	Bonne perméabilité Stockage de l'eau en profondeur Restitution facile	Battance : faible perméabilité et ruissellement	En sec : fentes de retraits En humide : engorgement

(Source : PARE, 1979)

Modifications induites par la sécheresse : la sécheresse confirme la meilleure aptitude culturale des sols "jigawa", du fait de leurs comportements plus favorables en situation de déficit hydrique.

Tableau n° 6 : VARIABILITE INTER-REGIONALE DE L'OCCUPATION HUMAINE

	PAYS SERER	GUIDIMAKA	KITA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Densité régionale moyenne (hab/km²)	85	10	5	45	7	30
Taux de saturation de l'espace agricole	Très élevé	Faible à moyen	Faible	Moyen à très élevé	Elevé	Moyen à très élevé
Facteurs explicatifs Facteurs climatiques	–	Aridité	–	–	Aridité	–
Facteurs "terrain"	Rapport surface cultivable/surface totale élevé	–	Dispersion des surfaces cultivables	–	Exiguité et dispersion des surfaces cultivables	Rapport surface cultivable/surface totale élevé
Facteurs historiques et sociaux	Société très structurée	Pas de maîtrise de l'espace	Pas de pouvoir organisé	Société très structurée	Pas de maîtrise sur l'espace	Société bien structurée
Facteurs économiques	Développement du bassin arachidien, voies de communication, insertion dans l'économie marchande, encadrement technique	Isolement	Isolement Enclavement	–	Isolement	Développement de l'économie marchande

III - Les hommes et le peuplement

Les chapitres précédents ont mis en évidence la diversité des conditions climatiques et morphopédologiques. Ces conditions vont se combiner avec d'autres facteurs historiques et sociaux pour déterminer l'implantation humaine. Il en résulte une forte hétérogénéité de peuplement, qui sera analysée à la lumière de deux indicateurs : la densité régionale moyenne et le taux d'occupation de l'espace agricole.

1. L'hétérogénéité des densités régionales

Le tableau 6 montre une grande dispersion des densités régionales autour de la moyenne établie pour l'ensemble de la zone sahélo-soudanienne (20 hab./km² ; Banque Mondiale, 1985). La coexistence de zones presque désertes et de territoires fortement peuplés peut s'expliquer par l'action de plusieurs facteurs :

• **facteurs climatiques :** à l 'échelle de la zone soudano-sahélienne, le climat ne semble déterminant que lorsque l'aridité est fortement marquée (Oudalan, Guidimaka). Des zones à faible pluviométrie (Maradi) peuvent être plus peuplées que des régions a priori plus favorables (Kita) ;

• **facteur "terrain" :** l'opposition de vastes ensembles à modelé plat (Pays Sérer, Maradi) et de zones à relief contrasté (Kita, Yatenga, Oudalan) contribue à l'hétérogénéité du peuplement humain. Dans les premiers, on trouve généralement de fortes densités, alors que dans les secondes le peuplement humain est souvent faible. Le cas du Yatenga apparaît dans ce schéma comme une anomalie (densité moyenne : 45 hab./km²) : cette constatation est en conformité avec la mise en culture de terres marginales déjà signalée, et témoigne d'une situation de saturation foncière (1).

Par ailleurs, il convient de tempérer la densité brute (habitant/surface totale) par la disponibilité en terres cultivables, véritable facteur limitant. L'estimation du taux de saturation de l'espace cultivable (en l'état actuel des techniques) prouve que certaines régions faiblement peuplées (Oudalan) sont en fait quasiment saturées de fait de l' exiguité des terres cultivables. Les fortes densités s'accompagnent quant à elles toujours d'un taux de saturation globalement élevé, même quand les terres cultivables sont abondantes (Pays Sérer, Maradi), entraînant une situation de crise foncière plus ou moins marquée ;

• **facteurs historiques et sociaux :** l'existence d'un pouvoir central fort et stable a, dans le passé, permis l'établissement de sociétés fortement structurées, dont le développement a abouti à de fortes densités (PALLIER, 1984) : ce phénomène est flagrant en ce qui concerne le Yatenga, le sud du département de Maradi et le Pays Sérer où la densité était déjà élevée au début du siècle (LERICOLLAIS, 1987).

A l'opposé, les agriculteurs sédentaires du Guidimaka et de l'Oudalan ont longtemps été sous la dépendance des éleveurs nomades (respectivement Maures et Tamachek) et n'ont donc jamais développé de société structurée : les initiatives viennent actuellement des groupes locaux (villages, unités de production) ;

• **facteurs économiques :** le degré d'ouverture des régions étudiées vis-à-vis de l'économie nationale (ou internationale pour les Haoussas de Maradi, très impliqués dans les circuits commerciaux du Nigéria, où vit une partie de l'ethnie) a pu également jouer un grand rôle. L'amélioration des conditions sanitaires, les opportunités de ressources monétaires, la diffusion d'innovations techniques ont récemment constitué des phénomènes favorables à une augmentation de la densité par le biais de la baisse de la mortalité, l'amélioration du niveau de vie et l'intensification des pratiques agricoles. Au contraire, il semble que la faible densité de la région de Kita soit liée à son enclavement (PICARD, 1986).

(1) Ce qui est vrai surtout dans le centre de la région ; ailleurs, la situation foncière peut s'avérer localement satisfaisante (DUGUE, 1986).

Tableau n° 7 : VARIABILITE INTRA-REGIONALE DE L'OCCUPATION HUMAINE

	PAYS SERER	GUIDIMAKA	KITA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Variations de la densité (hab/km²)	Faibles (60-100)	Assez faibles (5-15)	Assez faibles (0-10)	Fortes (10-100)	Assez fortes (0-20)	Fortes (10-80)
Causes	Espace régional homogène	• Répartition des zones déprimées • Gradient d'aridité N.S.	• Importation des zones montagneuses cuirassées • Enclavement	• Influences ethniques • Gradient d'aridité N.S. • Agencement du modelé • Attrait des villes	Dispersion des ressources en eau et en terres cultivables	• Gradient d'aridité N.S., répartition sols sableux/compacts • Attrait des villes
Conséquences sur le peuplement	Peuplement homogène	Peuplement plus dense au Centre et au Sud de la région, concentré près des axes hydrographiques	Concentration dans les vallées et au Centre de la région (ville de Kita)	Concentration au Centre de la région (ville de Ouahigouya) Faibles densités au Nord et Nord-Ouest + variations locales dues au relief	Concentration sur les piémonts et les cordons dunaires	Concentration au Centre de la région (ville de Maradi) et au Sud Densité décroissant vers les marges
Type d'habitat	Petits villages disposés régulièrement	Villages moyens (500 hab.) fortement dispersés	Petits villages isolés + gros villages structurés le quartier	Gros villages structurés en quartiers + habitat dispersé + campements Peuls	Campements parfois mobiles fortement dispersés	Villages moyens + campements Peuls

Cet aperçu global doit être complété par l'examen des disparités intrarégionales, souvent fortes, permettant de préciser les logiques d'occupation de l'espace.

2. La logique d'occupation intra-régionale

La densité régionale moyenne révèle les principales contraintes opposées aux activités agropastorales. Elle peut néanmoins masquer de fortes variations locales qu'il est possible d'expliquer par les facteurs définis précédemment (tab. 7).

C'est au niveau intra-régional que l'influence pluviométrique se fait le plus sentir (Guidimaka, Yatenga, Maradi). A la faveur de la période pluvieuse (1930-65). les zones septentrionales de ces régions ont été progressivement colonisées, l'implantation de nouveaux villages dans le nord permettant de compenser l'accroissement démographique dans le sud. Ce mouvement de colonisation a été stoppé voire inversé avec les sécheresses récentes.

La répartition des terres cultivables est également prépondérante. Si elle explique parfaitement le contraste entre Pays Sérer d'une part, Oudalan et Guidimaka de l'autre, elle contribue également à la concentration du peuplement au centre des autres régions (Kita, Yatenga Maradi).

Enfin, l'attrait des villes, pour leurs fonctions administratives et économiques (marché) contribue à la polarisation de l'espace régionale.

La conjonction de ces facteurs permet de définir trois types d'espaces régionaux :

• **espace d'occupation relativement homogène** (Pays Sérer) qui se traduit par un habitat en petits villages régulièrement disposés ;

• **espace d'occupation dispersé** (Guidimaka, Oudalan) : l'habitat y est réparti de manière irrégulière en fonction de la disponibilité en sols cutivables. Celle-ci restant localement très faible, les villages sont de petite taille ;

• **espace polarisé** (Kita, Yatenga, Maradi) : les densités décroissent du centre vers la périphérie de la région. La taille des villages varie en fonction des contraintes imposées par le modelé : elle reste faible à Maradi, région densément cultivée et aux sol sableux dominants. La concentration en gros villages est plus fréquente à Kita et au Yatenga du fait de la localisation particulière des zones cultivables (bas des glacis). Les gros villages tendent d'ailleurs a éclater (quartiers, habitat intercalaire), du fait des difficultés posées par la gestion d'une organisation trop polarisée pour les sociétés traditionnelles (2).

Un autre phénomène contribue également à la diversité de l'espace intrarégional : l'exploitation différentielle du milieu par des groupes ethniques distincts (tab. 8) ; le clivage s'agence autour de l'activité principale (agriculture/élevage) et des terrains mis en valeur (espace cultivé/non cultivé). Traditionnellement, la coexistence de différentes communautés passe par des liens de synergie (contrats de fumure, confiage des animaux), mais également des antagonismes, particulièrement en ce qui concerne la maîtrise de l'espace et les déplacements des troupeaux. Ces difficultés se sont accrues au cours de la période récente, du fait de l'accroissement du domaine cultivé au détriment des pâtures (Yatenga, Oudalan, Maradi).

(1) Du fait de l'absence de données chiffrées, cette estimation n'a pu être réalisée que sur des bases qualitatives.

(2) La concentration entraîne notamment une augmentation de la distance moyenne des parcelles à l'habitat. Les jeunes agriculteurs disposant le plus souvent de parcelles périphériques peuvent préférer dans ces conditions déplacer leur habitation. Ce phénomène peut avoir des conséquences importantes sur l'évolution des structures sociales (cf infra, partie II).

Tableau n° 8 : ETHNIES ET UTILISATION DE L'ESPACE

PAYS SERER	GUIDIMAKA	KITA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Sérer (100 %) : activités agro-pastorales	Soninkès (55 %) et Toucoulleurs (5 %) : agriculture sédentaire le long des axes hydrographiques Peuls (15 %) : élevage semi-nomade, utilisant temporairement le centre du plateau (mares) et le bord des cours d'eau Maures (25 %) : élevage nomade utilisant temporairement des couloirs de transhumance	Malinkès (80 %) et Peuls (20 %) : agriculture et élevage sédentaire (coexistence ancienne ayant entraîné une homogénéisation des pratiques)	Mossis (70 %) et Kurumbas (20 %) : agriculture sédentaire Peuls (20 %) : élevage semi-nomade, à la périphérie des territoires villageois	Songhaï (15 %) et Rimaibé (10 %) : agriculture sédentaire sur les plages sableuses Tamachek (50 %) et Peuls (25 %) : élevage nomade et semi-nomade utilisant temporairement l'ensemble de l'espace	Haoussas (80 %) : agriculture sédentaire, centrée sur les sols "jigawa" Peuls (20 %) : élevage sédentaire ou semi-nomade, centré sur les sols "geza"

IV - Conclusion

Le premier constat qui ressort de cette étude des conditions pédo-climatiques et humaines présidant à la mise en œuvre de la production est la grande hétérogénéité existant au sein de la zone sahélo-soudanienne, quel que soit le niveau de perception adopté (ensemble de la zone, région, village). Cette constatation rend très discutable les études qui considèrent d'une façon globale la zone sahélo-soudanienne. Par contre, elle milite en faveur d'une étude des systèmes agraires locaux seule capable de rendre compte de la diversité de cette zone.

D'autre part, il est apparu que les facteurs du milieu physique et humain conditionnent fortement l'exploitation agricole de ce milieu : c'est pourquoi il était important de les identifier dans un premier temps. Mais pour analyser les pratiques des agriculteurs, notamment en matière d'adaptation à la sécheresse il faut maintenant s'intéresser aux modes d'exploitation eux-mêmes, c'est-à-dire aux systèmes de production mis en œuvre.

Enfin, trois facteurs principaux gouvernant l'évolution de ces systèmes de production semblent d'ores et déjà se dégager :

• **l'accroissement démographique :** il a précipité la saturation foncière des finages villageois, mettant ainsi en péril les modalités traditionnelles de gestion de la terre. Hormis le Pays Sérer, les problèmes fonciers ne concernent jamais l'ensemble de la région. Mais les villages concernés témoignent de l'évolution probable à moyen terme des zones plus favorisées ; ils seront de ce fait plus particulièrement étudiés ;

• **la pénétration de l'économie marchande :** elle a pu jouer sur les densités de population, mais il est vraisemblable qu'elle a affecté les systèmes de production, en augmentant la monétarisation des échanges et en modifiant les rapports aux moyens de production ;

• **la sécheresse :** outre ses conséquences directes sur la production agricole, elle a entraîné une modification des aptitudes et potentialités relatives des sols, perturbant de ce fait les logiques d'occupation du finage villageois et posant le problème de l'accès aux sols les plus recherchés (bas-fonds au Yatenga, par exemple).

Saturation foncière et pression sur les structures sociales traditionnelles laissent supposer une capacité variable de résistance des systèmes de production face au nouvel environnement en fonction du taux d'occupation du sol et du type de société. Un des buts de la suite de l'étude est de vérifier cette hypothèse.

Deuxième partie

Evolution de l'utilisation et de la gestion des moyens de production

" Quand la vie ne tient qu'à un fil
c'est fou le prix du fil ".

Daniel PENNAC

I - Définition et évolution des unités de production

La première étape nécessaire à l'étude des systèmes de production est la reconnaissance et la détermination des unités de production. Cette évidence théorique pose en fait des problèmes pratiques pas toujours faciles à résoudre. Il existe en effet au sein des groupes familiaux plusieurs unités d'organisation se distinguant par leur fonction (ANCEY, 1975 ; GASTELLU, 1978) :

• **unité de résidence :** (UR) regroupe les personnes partageant le même habitat (concession) ;

• **unité de consommation :** (UC) regroupe les personnes se nourrissant à partir d'un même grenier ou autour d'un même feu (cuisine) ;

• **unité d'accumulation :** (UA) regroupe les personnes constituant une épargne commune, gérée collectivement ;

• **unité de production :** (UP) regroupe théoriquement les personnes soumises à un même centre de décision en ce qui concerne la production. En fait, elle se structure généralement autour du ou des champs collectifs et regroupe les personnes appelées à travailler régulièrement sur ces champs.

En zone sahélo-soudanienne, l'agencement de ces unités se fait suivant un modèle archétypal, où les fonctions de résidence, d'accumulation et de production sont assurées au niveau de la famille élargie (UR = UA = UP : 20 à 30 personnes). Celle-ci peut, suivant les cas, comprendre une ou plusieurs unités de consommation.

Cet archétype est plus ou moins proche des situations rencontrées dans les régions étudiées (fig. 9). L'évolution des unités économiques, au-delà des particularismes locaux, par rapport à la situation ancestrale s'est faite suivant deux tendances très générales :

• **individualisation, au sein de l'unité de résidence, de petites unités de production,** celles-ci correspondant le plus souvent à une famille nucléaire. Les unités économiques s'agencent alors suivant un schéma du type :

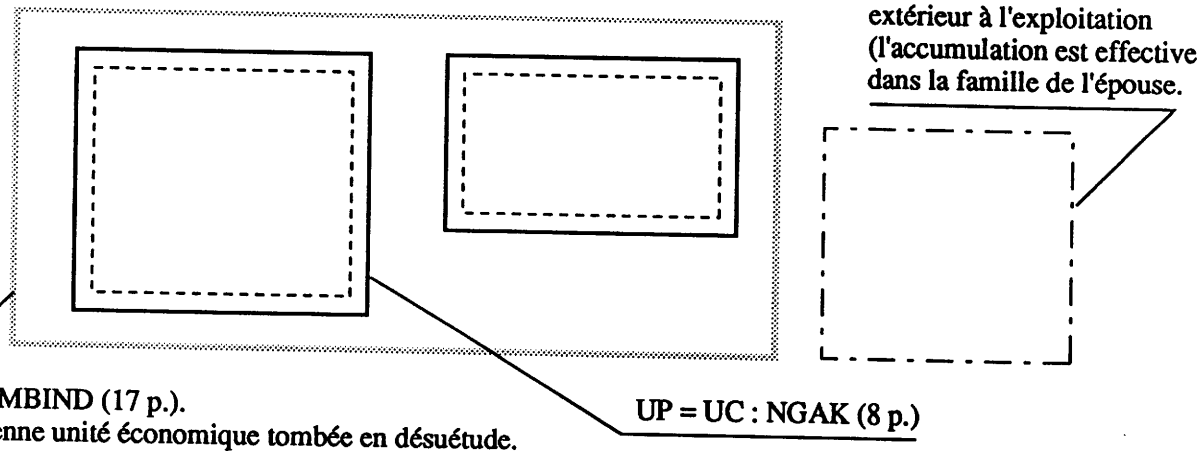
UR > UP = UC = UA. Ce phénomène correspond à l'émancipation croissante des jeunes ménages par rapport au chef de famille. Elle se produit toujours quand les ressources en terres cultivables s'épuisent (phénomène marqué en Pays Sérer, au Yatenga, à Maradi (1), ce qui montre que la crise foncière s'accompagne généralement d'une crise des structures sociales ; on peut en effet imaginer que l'individualisation des unités de production correspond à un affaiblissement du réseau traditionnel de solidarité et de la perte d'influence des "anciens". Mais cette individualisation peut aussi provenir d'une augmentation des échanges monétaires qui offre la possibilité d'une segmentation plus précoce des exploitations. Dans ce cas, elle se trouve favorisée par le développement des cultures de rente.

• **Modification de la répartition du surplus :** l'unité d'accumulation traditionnelle correspondait le plus souvent à la famille élargie, le surplus étant géré par le chef de famille. Ce faisant, il s'appropriait en quelque sorte le travail des actifs dépendants mais, en contrepartie, il était tenu d' assurer la redistribution du surplus. La diffusion des échanges monétarisés a profondément modifié le mode de gestion du surplus, chaque actif cherchant à jouir des fruits de son travail. Le fait migratoire a fortement contribué à l'individualisation des budgets, par l'injection massive de revenus externes au sein de l'exploitation. Cette évolution connaît cependant deux exceptions :

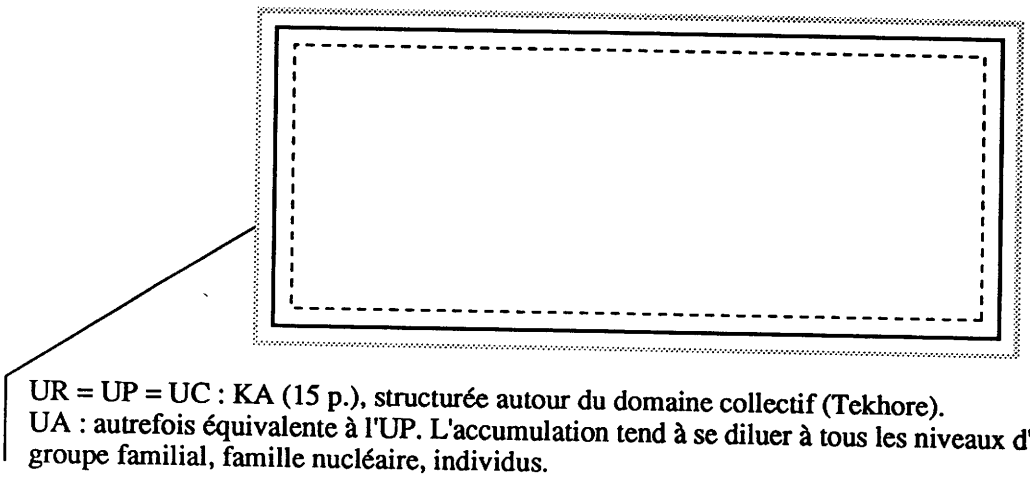
• au Pays Sérer, la structure de la société matrilinéaire conduit à la disjonction complète des unités de production et d'accumulation. La séparation de ces deux fonctions, loin

(1) En ce qui concerne l'Oudalan, l'archétype semble n'avoir jamais existé ; la rigueur des conditions du milieu et la dispersion des zones cultivables impliquent son exploitation par de petits groupes.

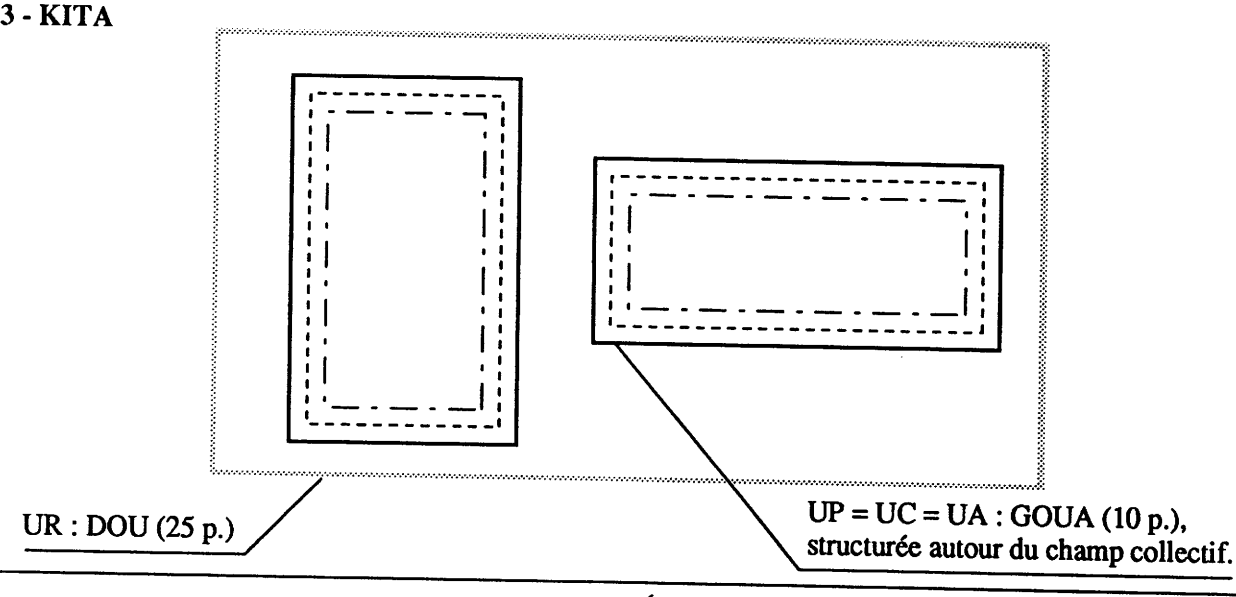
1 - PAYS SERER



2 - GUIDIMAKA



3 - KITA

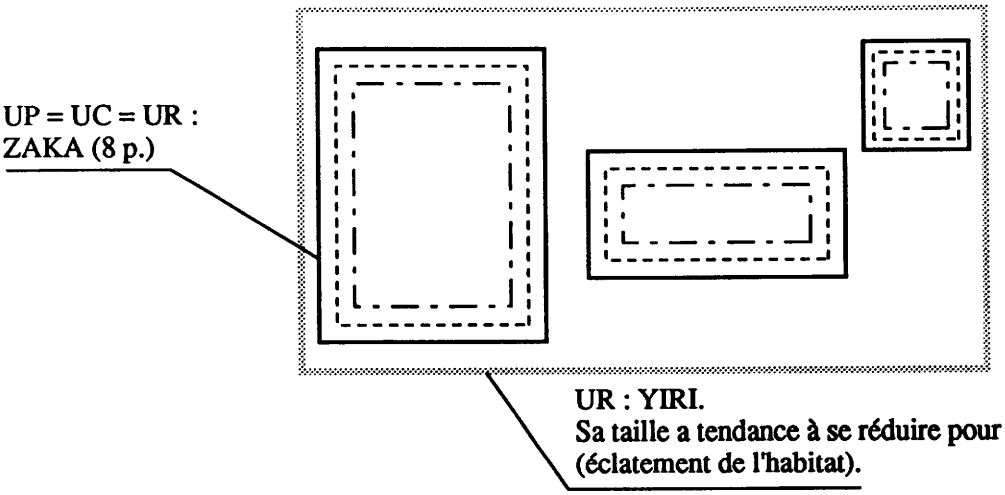


UNITÉS

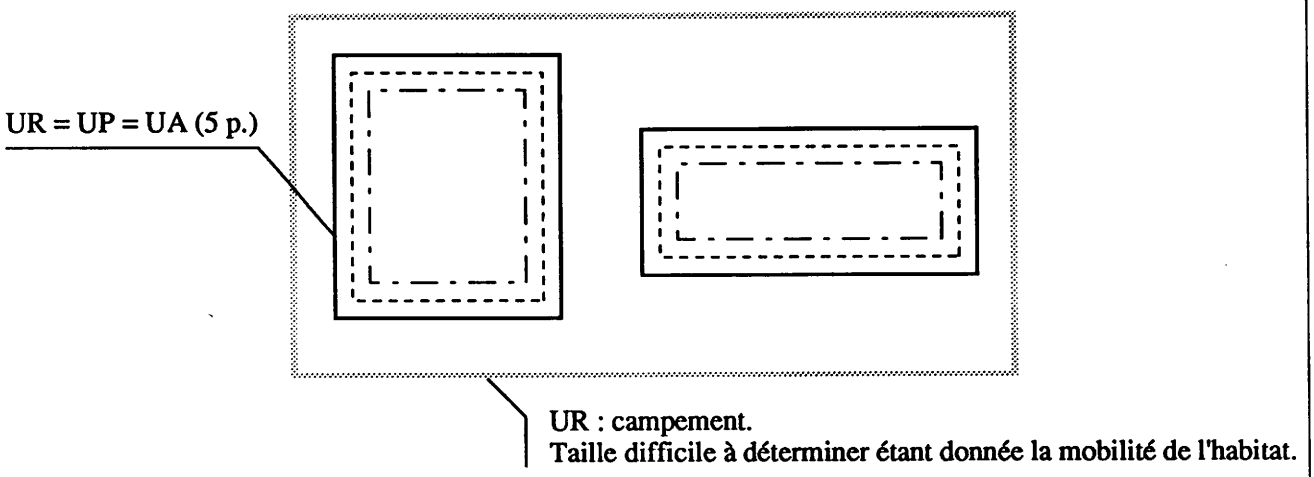
UR = résidence — *UP = production* - - - - - *UC = consommation* — · — · — *UA = accumulation*

Fig. 9a - Représentation schématique des différentes unités de production.

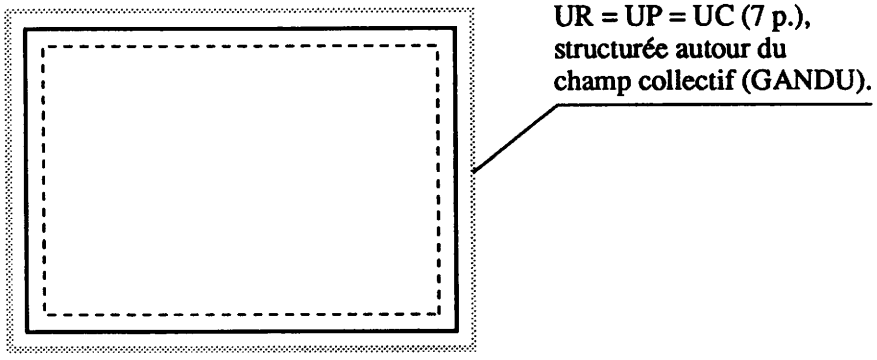
4 - YATENGA



5 - OUDALAN



6 - MARADI



(UA : chaque actif possède son propre budget : l'accumulation est donc individuelle.)

UNITÉS

UR = résidence — *UP = production* - - - - - - - *UC = consommation* — · — · *UA = accumulation*

Fig. 9b - Représentation schématique des différentes unités de production.

d'engendrer des tensions, conduit à un certain "égalitarisme" entre exploitations (GASTELLU, 1981) du fait des mécanismes de redistribution qu'elle permet ;

• à Maradi, les Haoussas possèdent traditionnellement des budgets individuels .

Contrôle de la terre et contrôle de la force de travail par le chef de l'UP sont les deux piliers de l'exploitation agricole de la zone sahélo-soudanienne. Il est bien évident que les deux tendances d'évolution indiquées précedemment sont synergiques et contribuent à la transformation des cadres traditionnels de la production. Le terme ultime de ce processus est l'éclatement de l'unité de résidence elle-même.

On retrouve alors le schéma : UR = UP = UC = UA, mais au niveau de la famille nucléaire (5-10 personnes), la taille des exploitations (surface cultivée, main-d'œuvre mobilisable) tend à décroître lors du passage de la famille élargie à la famille nucléaire, ce qui laisse supposer de plus faibles capacités d'adaptation aux situations de crise.

Encore une fois, au sein d'un espace donné, cette évolution est loin d'être homogène, comme en témoigne la coexistence actuelle d'exploitations de tailles très diverses, témoignage synchronique d'un processus en cours. Les sociétés sahélo-soudaniennes se trouvent donc dans une phase transitoire, posant de nécessaires problèmes d'adaptation ; la situation des unités de production ayant subi les plus fortes transformations préfigure peut-être le contexte agricole futur de la zone.

II - Mobilisation de la terre et de la force de travail

Les facteurs de production essentiels pour l'agriculture traditionnelle sahélo-soudanienne sont le travail, et dans certaines régions, la terre. L'étude de la gestion de ces deux facteurs ne peut être dissociée, du fait des ajustements importants opérés par le chef d'exploitation pour optimiser la productivité de l'unité de production.

1. Caractéristiques des exploitations (Tab. 9)

- Superficie cultivée : la superficie moyenne cultivée par exploitation varie assez peu d'une région à l'autre (4 à 9 ha). Elle a tendance à augmenter quand les contraintes posées par le modelé deviennent plus faibles : 4-5 ha pour Kita, le Yatenga et l'Oudalan contre 7-8 ha dans les autres régions. Cependant, cette moyenne n'est pas très significative étant donnée la très grande variabilité (CV supérieurs à 50 %) de la taille des exploitations (tab. 10 et 12), qui peut s'expliquer de deux manières :

- grande variabilité de l'importance du groupe familial, décrite précédemment. Il existe en effet une corrélation assez nette entre surface cultivée et nombre d'habitants (r = 0,71 à Maradi) ;

- "effet village" : les conditions locales peuvent entraîner l'émergence de petites exploitations (faibles disponibilités en terres, par exemple), ou au contraire favoriser les unités de grande taille, contribuant à l'hétérogénéité de l'espace régional (tab. 11).

- Structures démographiques : il n'est pas étonnant de retrouver la même variabilité que précédemment en ce qui concerne le nombre d'habitants et d'actifs par exploitation. Les coefficients de variation prennent toutefois des valeurs plus faibles, ce qui témoigne déjà de l'existence d'une régulation terre/travail par une plus ou moins grande extensivité.

Par ailleurs, le rapport actif/habitant varie peu, aussi bien au niveau intra qu'inter-régional : chaque travailleur doit nourrir deux personnes. Seules exceptions : le Guidimaka et l'Oudalan, où le rapport oscille autour de 0,35. Si l'exode, concernant principalement les jeunes hommes, peut être invoqué dans le premier cas, l'explication est insuffisante pour l'Oudalan où la faible valeur du rapport semble due à une définition plus stricte de la population active (1).

Des structures foncières et démographiques, il est possible de déduire quelques premières conclusions quant au mode de mise en valeur du milieu, en s'appuyant sur un indicateur : la superficie cultivée par actif (2). Celle-ci varie peu en valeur absolue (de 1 à 2 ha).

Mais cette variation du simple au double a une signification fondamentale.

Une superficie d'un hectare cultivée par actif (Kita, Yatenga) a souvent été la norme dans l'agriculture sahélo-soudanienne. Les valeurs supérieures peuvent être considérées comme correspondant à des systèmes plus extensifs. En fait, leur signification est plus complexe car une même valeur de l'indicateur (2 ha/actif) peut correspondre à des stratégies différentes :

- véritable système extensif, privilégiant la surface cultivée et la productivité du travail à celle de la terre (rendements faibles. Cas de l'Oudalan et des zones peu peuplées de Maradi).

- système intensif (Pays Sérer) où l'accroissement des surfaces au détriment de la jachère s'est fait à l'occasion de l'introduction de la culture attelée ; il y a eu dans ce cas augmentation conjointe de la surface cultivée et des rendements.

L'évolution récente de l'indicateur peut se traduire par une stabilité dans certaines régions (Pays Sérer, Kita, Oudalan) où l'accroissement de la surface cultivée varie à peu près

Tableau n° 9 : STRUCTURES DEMOGRAPHIQUES ET FONCIERES DES UNITES DE PRODUCTION

	PAYS SERER	GUIDIMAKA	KITA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Superficie moyenne cultivée /UP (ha)	8,2	7	5	5,5	4	8,5
CV (%)	71	–	–	50	58	70
Démographie :						
Personnes/UP (hab.)	8,2	15	10	11	5,5	7
CV (%)	50				46	62
Actif/habitant	0,5	0,35	0,55	0,5	0,35	0,5
Superficie cultivée						
par habitant (ha)	1	0,5	0,5	0,5	0,75	1,2
par actif (ha)	2	1,3	0,9	1	2,1	2,1
CV (%)					33	37

UP : Unité de Production

Tableau n° 10 : VARIABILITE DE LA SUPERFICIE CULTIVEE PAR EXPLOITATION AU PAYS SERER						
Classe de taille de la superficie cultivée par exploitation	0 à 3 ha	3 à 6 ha	6 à 12 ha	≥ 12 ha	Moyenne (ha)	CV (%)
Gros villages (%)	11	29	47	13	8,7	67
Petits villages (%)	20	35	33	12	7,8	76
Ensemble (%)	16	32	39	13	8,2	71

(Source : ICRA, 1982)

Tableau n° 11 : VARIABILITE DE LA SUPERFICIE CULTIVEE PAR EXPLOITATION A MARADI						
Classe de taille	0 à 5 ha %	5 à 10 ha %	10 à 15 ha %	≥ 15 ha %	Moyenne %	CV %
Villages						
GUIDAN TANIO	36	14	14	36	10,4	66
KOULOUM BOUTEY	29	43	14	14	8,2	71
KODA ROGO	21	50	29	–	7,5	44
TCHIZON KOUREGUE	13	61	13	13	9,0	63
LILI	33	40	7	20	9,3	79
SANKOMI	47	40	–	13	6,8	61
KAMOUN	20	33	27	20	11,2	61
BAKACHENTA	33	33	20	14	9,2	67
Ensemble	29	39	15	17	8,5	70

(Source : LE GAL, 1986)

Tableau n° 12 : EVOLUTION DES SURFACES CULTIVEES PAR HABITANT A SAY (YATENGA)	
DATE	SUPERFICIE CULTURE/HABITANT (ha)
1930	0,46
1952	0,66
1970	0,69
1975	0,71

(Source : MARCHAL, 1983)

Tableau n° 13 : VARIABILITE DE LA SUPERFICIE CULTIVEE PAR ACTIF DANS L'OUDALAN							
Sup/actif (ha)	0,5 à 1 %	1 à 1,5 %	1,5 à 2 %	2 à 2,5 %	2,5 à 3 %	≥ 3 %	Moyenne (ha)
Terroirs dunaires	–	5	19	29	33	14	2,4
Terroirs de piémont	13	31	38	–	18	–	1,7
Ensemble	5	16	27	16	27	9	2,1

(Source : MILLEVILLE, 1980)

Tableau n° 14 : VARIABILITE DE LA SUPERFICIE CULTIVEE PAR ACTIF A MARADI					
Sup/actif (ha)	0 à 1 %	1 à 2 %	2 à 3 %	≥ 3 %	Moyenne (ha)
Villages					
KODA ROGO	7	57	29	7	1,8
SANKOMI	13	60	27	–	1,6
TCHIZON KOUREGUE	–	20	73	7	2,4
KAMOUN	–	40	27	33	2,5
Ensemble	3	47	38	12	2,1

comme l'augmentation de la population (MILLEVILLE, 1980). Si les surfaces cultivées augmentent plus vite que la population, il y a alors véritable extensification (Guidimaka, Yatenga, Maradi) (tab. 12).

L'évolution des modes d'exploitation n'est pas homogène, au sein d'une même région, qui se traduit par une variabilité encore marquée de l'indicateur (CV 35 %). Cette variabilité est également due aux conditions locales, comme en témoignent les tableaux 13 et 14 ("effet village" précédemment décrit). Elle est toutefois plus faible que celle constatée pour la superficie totale cultivée. Ce fait signifie qu'il se produit des ajustements entre surface disponible et main-d'œuvre. Ces ajustements se traduisent par des itinéraires techniques différents qui révèlent des modes de gestion de la terre et du travail également différents suivant le rapport existant entre ces deux facteurs de production.

Tableau n° 15 : EVOLUTION DE LA GESTION DU FACTEUR "TERRE"

	PAYS SERER	GUIDIMAKA	KITA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Niveau d'appropriation et de gestion de la terre	Lignages patrilinéaires Emergence récente des groupes de petites tailles (MBIND, NGAK)	Village	Village	Emergence récente des groupes de petite taille. Crise du système traditionnel	Groupe familial	Tendance à la privatisation des terres
Prêts de terres entre exploitations	Nombreux (25 % des surfaces cultivées ; 40 % des exploitations)	Non	Non	Apparition récente. Phénomène important car permettant d'obtenir des parcelles dans les différents terrains	Non	Oui, parfois monétarisés
Transactions foncières monétarisées	Non	Exceptionnelle	Non	Phénomène très limité	Non	Apparition récente, en développement rapide (facteur de différenciation des exploitations)

2. Evolution de la gestion des facteurs "terre" et "travail"

• **La terre :** (tab. 15) dans les situations les plus traditionnelles, la répartition du foncier entre exploitations est gérée au niveau de la collectivité villageoise. Ce mode de gestion s'est perpétué dans les régions où la pression foncière est faible (Guidimaka, Kita) ; il n'y a dans ce cas que très peu d'échanges entre unités de production, les nécessaires ajustements entre surface cultivée et taille du groupe familial étant réalisés en puisant dans la réserve de terres collectives.

Plus la crise foncière est prononcée, plus apparaît le phénomène d'appropriation individuelle des terres au détriment d'une appropriation collective, qui renforce la tendance d'individualisation des unités de production de petite taille (famille nucléaire) déjà signalée. Cette "privatisation" du foncier s'accompagne toujours d'une augmentation des prêts entre exploitations, nouvelle forme de régulation de la surface cultivée, les réserves de terre ayant désormais disparu.

Dans cette évolution, le Pays Sérer, du fait de la permanence et de la vigueur de ses structures sociales, a une situation particulière. En effet l'individualisation des unités de production ne correspond pas pour autant à une privatisation de la terre. Celle-ci reste toujours gérée collectivement par lignage. Elle fait l'objet de nombreux prêts et d'attributions temporaires permettant, le cas échéant, l'accueil de migrants revenant au pays.

Par contre, dans d'autres régions (Yatenga, Maradi), l'individualisation des unités de production va de pair avec le développement des transactions foncières monétarisées.

L'existence de telles transactions, même si elles restent marginales, est un indicateur important témoignant d'une profonde évolution des sociétés rurales sahéliennes quand on sait l'importance symbolique que représentait l'appropriation collective de la terre dans les sociétés traditionnelles. Cette évolution suppose un changement des mentalités, qu'on peut attribuer à la diffusion de l'Islam et à la pénétration de l'économie marchande. C'est un processus qui s'inscrit dans le long terme ; la sécheresse peut néanmoins le renforcer en précipitant la crise foncière chaque fois que les paysans recourent à l'extensification pour faire face aux aléas climatiques.

• **La main d'œuvre :** (tab. 16) elle constitue, dans les systèmes agraires traditionnels de la zone sahélo-soudanienne, le facteur décisif de différenciation des exploitations, tant que la terre n'est pas un facteur rare (JOUVE, 1986-b). Cependant, il a toujours existé des mécanismes de régulation passant par l'entraide collective, encore en vigueur au Pays Sérer et à Kita, parfois relayée par le salariat agricole dans le cas où le manque de main-d'œuvre se fait le plus sentir. Le salariat peut parfois être une pratique traditionnelle, non monétarisée (Kita), mais il correspond le plus souvent à une désagrégation des structures traditionnelles entraînant la disparition des échanges de travail réciproque (phénomène très net à Maradi alors qu'il est exceptionnel en pays Sérer).

La sécheresse a par ailleurs modifié la répartition de la force de travail à l'intérieur même des exploitations : pour faire face à la baisse des revenus d'origine agricole, les exploitants et leur famille se sont tournés vers d'autres activités dont une grande partie les a contraint à l'exode. Celui-ci, touchant préférentiellement les jeunes actifs, correspond à un véritable transfert de main-d'œuvre de l'agriculture vers l'extérieur, dont les conséquences sur les systèmes de culture seront analysés plus loin. Il existe par ailleurs un lien étroit entre exode et monétarisation des échanges, en raison de la forte injection d'argent dans l'économie locale en provenance des émigrés.

Enfin, on note également des transformations dans l'organisation du travail au sein des unités familiales. Ainsi, au Pays Sérer, la répartition sexuelle des cultures est remplacée par la spécialisation des tâches.

(1) MILLEVILLE (1980) parle "d'unité de sarclage", et non "d'actif", c'est-à-dire qu'il prend en compte la force de travail effective et non potentielle

(2) Superficies cultivées par actif et par habitant sont très fortement corrélées ; les deux indicateurs sont donc redondants.

Tableau n° 16 : EVOLUTION DE LA GESTION DE LA MAIN-D'ŒUVRE

	PAYS SERER	GUIDIMAKA	KITA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Echanges de travail entre exploitations (entraide)	Jadis importants, en voie de régression	Faibles	Importants + existence de travaux collectifs traditionnels	Faibles	Nuls	Faibles, en voie de disparition
Salariat agricole	Nul	Important	Important, pratique traditionnelle (non monétarisée)	Nul	Nul	Assez important, en rapide augmentation
Concurrence agriculture/autres activités	Assez importante - exode - élevage (transhumance d'hivernage)	Importante	Faible	Assez faible - exode	Importante - élevage - cueillette	Faible
Exode	Très important (50 % des exploitations touchées). Temporaire de saison sèche essentiellement + exode définitif. Existence ancienne, mais augmentation récente (1970)	Important depuis 1970 Temporaire, de courte et longue durée et définitif	Faible	Très important depuis 1970 20 % de la population (compensation du croît naturel)	Assez faible pour les cultivateurs Fort pour les éleveurs	Assez faible, surtout temporaire

Tableau n° 17 : FACTEURS LIMITANTS, REGULATION ET DIFFERENCIATION DES EXPLOITATIONS

Mécanismes régulateurs	PAYS SERER	GUIDIMAKA	KITA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Echanges de terre	Importants	Faibles	Faibles	Importants	Faibles	Faibles
Echanges de travail	Peu importants	Importants	Importants	Faibles	Faibles	Faibles
Ajustement surface cultivée/main-d'œuvre disponible	Bon	Bon	Bon	Très difficile	Bon	Difficile
Différenciation des exploitations	Faible	Assez faible	Assez faible	Assez forte	Faible	Forte
Facteur terre limitant	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Oui

Tableau n° 18 : LES MOYENS TECHNIQUES ET FINANCIERS

	PAYS SERER	GUIDAMAKA	KITA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Intrants : Semences améliorées	+++ (100 % des expl.)	0	+	+	0	+ (30 % des expl.)
Engrais minéraux	+	0	+	+	0	+
Fongicides	+	0	+	?	0	+++
Variabilité intra-régionale	Faible	–	Faible	Forte (utilisation d'intrants s'accroit avec la pluviométrie)	–	Forte
Traction attelée : % UP équipées	85 (essentiellement équine et asine)	0	15	12	0	33 (essentiellement bovine)
Variations intra-régionales	Faibles (répartition homogène)	–	Faibles (taux d'équipement fort au sud, à peu près nul au nord)	Fortes	–	Fortes (taux d'équipement fort dans les villages les plus accessibles)
Opérations mécanisées	Semis, sarclages, récolte	–	Labour, semis	Sarclages	–	Sarclages
Insertion dans l'économie globale : Encadrement, vulgarisation	(+++) jusqu'en 1980	0	+	+	0	++ (hétérogénéité intra-régionale)
Projets de développement	+	0	++ (depuis 1965)	++	0	++
Circuits commerciaux	+++	0	+	++	0	+++
Monétarisation de l'économie	++	+ (influence des migrations)	+	++	+	+++

3. Régulations et différenciation des exploitations

Les mécanismes régulateurs mis en place au sein des sociétés étudiées, résumés dans le tableau 17, permettent de faire une analyse comparative de la différenciation des exploitations, qui révèle la capacité des sociétés rurales à surmonter les crises qu'elles traversent.

Pays Sérer : la permanence des structures sociales très égalitaires (GASTELLU, 1981) conduit à une très faible différenciation des exploitations par le biais de nombreux échanges de terre et, secondairement, de travail (entraide des femmes pour le vanage de l'arachide en particulier). La résistance à la crise foncière et à la sécheresse est le fait de communautés fortement organisées et s'avère assez efficace.

Guidimaka et Kita : la terre n'est pas facteur limitant par rapport à la main-d'œuvre disponible, ce qui correspond à la situation traditionnelle de nombreuses régions de l'Afrique de l'Ouest ; il y a donc ici possibilité de reproduction simple des systèmes de production par suite des possibilités d'ajustement terre/travail.

Yatenga : selon que l'on se situe au centre ou à la périphérie de la région, on rencontre des situations assez différentes en matière de saturation foncière. Dans les zones saturées, on constate une perte de vitalité de l'organisation collective villageoise et à l'émergence de stratégies plus individuelles entraînant un début de différenciation des exploitations.

Oudalan : les difficiles conditions du milieu de cette région ont entraîné sa mise en valeur par de petites exploitations dispersées, ayant peu de liens entre elles. Leur homogénéité tient essentiellement à la similitude des systèmes techniques de production adoptés.

Maradi : c'est la région qui a connu la plus forte différenciation des exploitations, sous les effets conjugués de la crise foncière et de la pénétration de l'économie marchande. La résistance à la sécheresse est de ce fait très inégale suivant les unités de production, les plus grandes d'entre elles ayant même pu bénéficier de la crise actuelle.

Tableau n° 19 : VARIABILITE INTRA-REGIONALE DANS L'UTILISATION DES INTRANTS A MARADI

VILLAGES	KODA ROGO	TCHIZON KOUREGUE	LILI	KAMOUN	BAKACHENTA	TOTAL
FONGICIDES						
Exploitations utilisatrices (%)	24	87	45	62	0	73
Quantité par expl. (sachet) (1)	2,5	9,0	3,7	5,8	–	6,5
CV (%)	59	82	70	82	–	–
SEMENCES AMELIOREES						
Exploitations utilisatrices (%)	64	5	73	37	0	38
Quantité par expl. (kg) (1)	57	8	64	45	–	80
CV (%)	35	66	70	50	–	–
ENGRAIS MINERAUX						
Exploitations utilisatrices (%)	28	78	32	1	2	37
Quantité par expl. (kg) (1)	92	356	91	50	50	207 (2)
CV (%)	77	115	112	–	–	–
Super simple (%)	46	72	66	100	100	72
Urée (%)	54	11	28	–	–	14
Autres engrais (%)	–	17	6	–	–	14
AUCUN INTRANT						
Exploitation (%)	17	8	19	38	98	41

(Source : LE GAL, 1987)

(1) Calculée pour les seules exploitations utilisatrices.
(2) Moyenne par hectare : 19 kg/ha.

III - Les moyens techniques et financiers

L'agriculture de la zone sahélo-soudanienne est encore très traditionnelle. Elle a néanmoins connu un certain nombre d'innovations techniques, dont la diffusion a été plus ou moins importante suivant les régions ; ces améliorations ont surtout porté sur l'utilisation d'intrants et de la traction attelée (tab. 18).

1. Les intrants

Les trois types d'intrants les plus répandus sont les fongicides, les semences améliorées et les engrais minéraux. Aucun d'eux n'est utilisé dans les zones les plus septentrionales (Oudalan et Guidimaka), où l'encadrement de la production est négligeable. Par contre, les autres régions ont fait l'objet de campagnes de vulgarisation, dont les résultats n'ont pas toujours été probants : les services agricoles ont souvent proposé des "paquets technologiques" qui, s'ils étaient mal adaptés aux conditions locales, furent rejetés en bloc (cas de Kita, où l'opération Arachide-Culture Vivrière fut un échec).

La pertinence des améliorations proposées est cependant généralement reconnue par les paysans, l'utilisation des intrants est donc essentiellement conditionnée par les possibilités d'approvisionnement et les coûts. Ainsi, au Pays Sérer, la facilité d'achat de semences d'arachide, jointe aux infrastructures mises en place lors du développement du bassin arachidier, fait que la quasi-totalité des exploitations les utilisent (90 kg/exploitation). Par contre, l'arrêt des subventions de l'Etat aux coopératives d'achat d'engrais minéraux en 1984 a provoqué un net recul de la fertilisation minérale. Au contraire, l'utilisation massive de fongicide (73 % des exploitations) et, dans une moindre mesure, des engrais minéraux (37 % des exploitations) à Maradi s'explique en partie par le faible coût de ces intrants, notamment lorsqu'ils proviennent du Nigéria. Au Yatenga, les engrais sont utilisés dans 90 % des villages, ce qui dénote une bonne diffusion de cet intrant ; cependant, seules quelques exploitations par village utilisent réellement les engrais minéraux à des doses supérieures à 20 kg/ha.

Il existe par ailleurs une forte variabilité intra-régionale dans l'utilisation des intrants, comme en témoigne le tableau 19.

La sécheresse a eu pour conséquence une diminution notable de l'utilisation des intrants. Ainsi, dans le village de Boukéré au Yatenga, la proportion d'exploitations épandant des engrais minéraux est passée de 28 % à 8 % de 1980 à 1984 (DUGUE, 1987). L'effet néfaste des engrais sur le développement des cultures (développement précoce de la masse végétale accroissant les risques de déficit hydrique en cours de cycle) est souvent cité, mais il doit être relativisé en fonction du type d'engrais utilisé (azote ou engrais phospho-potassique) et des situations culturales. Ainsi, des expérimentations faites en milieu paysan (Maradi) ont montré un effet très positif des fertilisants phospho-potassiques même en situation de déficit hydrique. Par contre, les fertilisations organiques ont tendance à accentuer le stress hydrique en période de sécheresse.

Tableau n° 20 : TRACTION ATTELEE ET UTILISATION D'ENGRAIS A MARADI

VILLAGES	GUIDAN TANIO	KODA ROGO	TCHIZON KOUREGUE	SANKOMI
Exploitations utilisant la traction attelée (%)	9	48	41	6
- dont utilisatrices d'engrais (%)	78	50	98	100
- non utilisatrices d'engrais (%)	22	50	2	–

Tableau n° 21 : ORIGINE DES RESSOURCES MONETAIRES

	PAYS SERER	GUIDIMAKA	KITA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Cultures commercialisables	+++ (arachide)	+ (céréales)	++ (arachide)	0	0	++ (arachide) (niébé)
Exode	+	+++	0	++	0	+
Elevage	+	++	?	+	+++	+++
Activités locales et services	+	0	+	+	0	+++

(1) A Maradi, les propriétaires de matériel en traction bovine ont travaillé 25 % de leur temps dans d'autres exploitations.

2. La traction attelée

Elle ne s'est fortement implantée qu'à la faveur de l'introduction de culture de rente dans l'assolement, quoique, plus récemment, certaines tentatives aient été faites dans le cadre de système de cultures vivrières (Yatenga).

Au pays Sérer, la traction animale est essentiellement asine ou équine suivant la richesse des exploitants. De ce fait, elle est indépendante de la possession et de la conduite des bovins dont la majeure partie part en transhumance durant la saison de culture. Dans les autres régions, on note une bonne corrélation entre la possession d'un troupeau bovin et le recours à la traction animale, le développement de celle-ci favorisant l'intégration des bovins dans l'exploitation. Mais la possession de la traction animale est inégale. Elle est le fait de quelques exploitants plus aisés et/ou plus dynamiques. Il existe de ce fait une bonne corrélation entre degré d'équipement des exploitations et utilisation des intrants (tab. 20). La diffusion de la culture attelée présente donc la même hétérogénéité intra-régionale et locale que celle des intrants : elle recoupe la répartition entre exploitations restées traditionnelles et unités de production "modernisées".

La traction animale est employée essentiellement pour les sarclages et, le cas échéant, les semis et le soulevage de l'arachide (Pays Sérer), ce qui reflète les points de blocage des calendriers culturaux. Par contre, le labour n'est nulle part une technique répandue (sauf à Kita), ce qui peut s'expliquer par les raisons suivantes :

• l'arrivée aléatoire et souvent tardive des pluies incite les paysans à semer le plus précocement possible ; le labour retarderait le semis ;

• sur les sols sableux, très légers, meubles à l'état sec (Jigawa à Maradi, Dior au Pays Sérer) l'intérêt agronomique du labour est limité.

Par ailleurs il ne faut pas négliger le rôle de la traction animale dans les transports, bien que nous ne disposions que de peu d'indications chiffrées sur ce mode d'utilisation. Elle joue un rôle important en Pays Sérer du fait de la prédominance de la traction équine et asine.

En général, la sécheresse a eu pour conséquence une diminution notable de l'utilisation de la traction attelée, parfois pour des raisons agronomiques ; ainsi, au Yatenga, dans les villages où la force de travail animale était surtout employée pour le labour, la réduction de la durée de la saison pluvieuse incitant les paysans à semer au plus tôt les a amenés à faire l'impasse de la préparation du sol.

Mais les causes premières de la désaffection pour la traction attelée bovine sont les difficultés financières qu'ont connu les exploitations en période de sécheresse : pour faire face à la diminution des ressources monétaires d'origine agricole et à l'endettement, les agriculteurs ont été amenés a revendre animaux de traits et/ou matériel. Ce phénomène est d'autant plus sensible que la traction attelée était peu répandue. Les régressions les plus nettes s'enregistrent au Yatenga et à Kita. A Maradi, la diminution des attelages a été modérée, tandis qu'au pays Sérer, on a assisté à une évolution originale : la sécheresse aurait favorisé le développement de la traction équine et asine afin d'accélérer la mise en place et le sarclage des cultures. Cette évolution se serait faite parfois au détriment de l'élevage bovin en concurrence pour les ressources fourragères. Par manque d'argent, certains agriculteurs ont remplacé leurs chevaux par des ânes (GARIN, 1989).

La sécheresse intervient également sur les performances des animaux de trait, par l'intermédiaire de la réduction des ressources fourragères : les animaux sont souvent incapables d'assurer efficacement le travail demandé aux premières pluies, faute d'une alimentation correcte durant les derniers mois de la saison sèche ; ce phénomène contribue à expliquer la désaffection pour le labour de début de cycle. Il est surtout sensible pour la traction bovine, les exploitations équipées en traction équine et asine (Pays Sérer et quelques unités de production à Maradi) rencontrant moins de difficultés.

3. Ressources monétaires et équilibres budgétaires

La pénétration de l'économie marchande a créé une forte demande en ressources monétaires ; ceci est vrai pour l'ensemble de la zone, mais à des degrés très divers suivant les régions. Ainsi, Pays Sérer et Maradi sont fortement insérés dans les circuits monétaires. A l'opposé, l'Oudalan fait figure de région relativement autarcique.

Les principales activités permettant l'obtention de monnaie sont recensées au tableau 21. Faute de données précises, toujours difficiles à obtenir en ce qui concerne les revenus monétaires des exploitations, l'importance relative de chacune a été estimée de manière qualitative.

• **L'agriculture** est traditionnellement l'activité procurant l'argent nécessaire aux dépenses courantes, grâce à la commercialisation des cultures dites "de rente". Dans les régions étudiées, et plus particulièrement au Pays Sérer et à Kita, la culture de rente traditionnelle est l'arachide. Mais la résistance de l'arachide à la sécheresse est limitée, ce qui explique qu'elle n'a conservé une place importante que dans ces deux régions, les plus arrosées. Ailleurs, elle a fortement regressé durant les deux dernières décennies au point de pratiquement disparaître (Yatenga, Maradi). A Maradi, elle a été partiellement relayée dans son rôle de culture de rente par le niébé, plus adapté à de faibles pluviométries. La culture pure du niébé n'a cependant été possible que dans les parties centre et sud de la région, du fait des conditions climatiques trop sévères prévalant dans le nord. Enfin, les céréales se sont substituées aux légumineuses dans le rôle de cultures commercialisables (phénomène net au Guidimaka), à la faveur de la forte hausse de leur prix de vente qui a résulté de la pénurie de grain entraînée par la sécheresse.

Mais dans ces conditions, les quantités commercialisables par les paysans ont été faibles. Il en résulte que l'agriculture n'est généralement plus à même d'assurer des ressources monétaires suffisantes aux exploitants, ce qui les amène à se tourner vers d'autres activités.

• **L'élevage,** au sein de la zone soudano-sahélienne joue traditionnellement un rôle de capitalisation et d'épargne. Cependant, un certain nombre de conditions particulières ont permis le développement de l'embouche au Pays Sérer, faisant de l'élevage une source de revenus importante (bien que restant secondaire par rapport à l'agriculture).

En Oudalan, la production agricole est chroniquement déficitaire ; l'équilibre alimentaire et financier des exploitations repose sur une combinaison judicieuse des activités d'élevage, agricole et de cueillette (MILLEVILLE, 1980) où l'élevage représente la source de revenus la plus conséquente.

Enfin, au Yatenga, au Guidimaka et à Maradi, l'élevage joue un rôle primordial dans les systèmes de production des Peuls sédentaires ou semi-nomades qui pratiquent néanmoins l'agriculture. Ce sont les troupeaux des éleveurs nomades et transhumants qui ont été le plus touchés par la sécheresse. Il en a résulté une forte baisse des effectifs qui équivaut à une décapitalisation. Les conséquences de la sécheresse sur les systèmes d'élevage seront détaillées plus loin ; il importe toutefois de préciser dès à présent que leur rôle économique au sein des systèmes de production s'est fortement réduit au cours des dernières années.

• **L'exode :** le phénomène d'exode temporaire s'est fortement accru dès l'apparition de la sécheresse, afin de compenser la baisse des revenus agricoles entraînée par la sécheresse. Cet exode représente une source d'argent considérable qui contribue non seulement à la survie des familles restées sur place mais aussi au financement des activités agricoles. Ainsi, au Guidimaka, les sommes envoyées par les migrants servent en partie à payer le salaire des ouvriers agricoles embauchés pour pallier le départ de ces migrants (BRADLEY et al., 1977, citent le chiffre d'un revenu moyen par exploitation en provenance de l'exode de 3 000 FF/an).

Il n'en reste pas moins que ce phénomène contribue à la marginalisation des activités agricoles dans l'économie des unités familiales et de la région.

• **Les activités locales** sont également une source traditionnelle de revenus pour un certain nombre d'exploitations au sein de la communauté villageoise (commerçants, artisans). La sécheresse, en induisant une forte baisse des revenus agricoles, a entraîné la multiplication d'activités annexes, phénomène particulièrement sensible à Maradi (32 % des exploitations ont des revenus extra-agricoles). Au cours de ces dernières années, on a assisté au développement de prestations de services rémunérées : location de matériel agricole, transport ...(1). Ce processus est surtout sensible dans les régions ou la différenciation des exploitations est la plus poussée (Yatenga, Maradi), et profite surtout aux exploitations les mieux équipées (généralement celles de plus grande taille) ; il s'agit donc d'un processus de différenciation auto-entretenu.

IV - Conclusion

Des systèmes de production en pleine évolution

Cette rapide étude des facteurs de production au sein des exploitations, au cours des quinze dernières années, a permis de mettre en évidence une réelle évolution de leur importance et des modalités de leur utilisation au cours des dernières décennies.

Trois facteurs principaux ont contribué à cette évolution : l'accroissement démographique, l'extension de l'économie marchande et la sécheresse.

Ainsi, dans la région de Kita, la transformation de la gestion des systèmes de production a été limitée, du fait de la non saturation foncière, de son relatif isolement et de conditions climatiques moins affectées qu'ailleurs par la sécheresse. Les évolutions les plus nettes ont été enregistrées en Pays Sérer et à Maradi. Dans le premier cas, les exploitations sont restées relativement homogènes, grâce à la permanence des structures sociales régulatrices. A Maradi, le processus évolutif s'est accompagné d'une forte différenciation des exploitations et l'on a le sentiment que, malgré les efforts entrepris pour organiser un développement collectif au niveau des villages, la sécheresse a renforcé les comportements individualistes. Une évolution similaire est discernable au Yatenga, quoique moins nettement accusée.

La baisse des ressources et revenus en provenance de l'agriculture a fortement modifié l'équilibre entre productions et activités au détriment des cultures et de l'activité strictement agricole. Les transferts de main-d'œuvre vers d'autres activités ont permis de répondre partiellement aux besoins financiers et alimentaires des familles restées sur place et, dans certains cas, à payer de la main-d'œuvre pour effectuer les travaux agricoles que ne pouvaient plus assurer les migrants.

On peut imaginer que ces transformations du fonctionnement des exploitations dans la gestion de leurs moyens de production va entraîner des modifications des processus techniques de production. C'est précisément ce que nous allons tenter d'analyser dans la troisième partie de cette étude, consacrée à l'évolution des systèmes techniques de production.

Troisième partie

Evolution des systèmes techniques de production

" Les techniques sont médiatrices entre l'homme et la société ; en dernier ressort elles permettent le passage nature-culture ".

Robert CRESWELL

Tableau n° 22 : CARACTERISTIQUES REGIONALES DE L'ELEVAGE

	PAYS SERER	GUIDIMAKA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Composition du cheptel (UBT)					
- Bovins (%)	80	72	64	79	49
- Caprins (%)		20	22	11	32
- Ovins (%)	10	4	12	9	17
- Equins (%)	10	4	2	1	2
Charge régionale (UBT/ha) globale *(1)*	0,8	0,1	0,2	0,2	0,2
Variations spatiales intrarégionales et causes	Faibles, répartition homogène du cheptel	Fortes (0 à 0,6), concentration près des axes hydrographiques	Moyennes (0,1 à 0,3). Elevage important dans les zones périphériques et au nord	Fortes (0 à 0,4). Variations en fonction de la disponibilité des pâturages	Fortes (0,05 à 0,5), importance des pâturages (sols compacts)
Variations temporelles	Faibles	Fortes, surcharges temporaires	Assez faibles	Fortes	Assez faibles

(1) Il s'agit du rapport Effectifs/Surface totale, qui surestime fortement le disponible fourrager.

I - Les systèmes d'élevage

Il peut paraître curieux sinon paradoxal de commencer l'analyse des systèmes techniques de production par l'étude des systèmes d'élevage dans la mesure où la production animale est généralement dépendante de la production végétale et, de ce fait, considérée comme production secondaire par rapport à la production primaire provenant des cultures.

Mais dans l'agriculture sahélo-soudanienne, cette dépendance de l'élevage à l'égard des cultures est en général moins forte que dans les agricultures plus développées ; par ailleurs, si on se place, comme le choix en a été fait dans cette étude, essentiellement au niveau des systèmes de production, on s'aperçoit que l'élevage est par bien des côtés en amont de la production végétale. C'est-à-dire que sa nature, son mode de conduite et ses différentes fonctions (traction, fertilisation...) vont déterminer en partie les systèmes de culture. Enfin l'élevage, ici comme ailleurs, a le double attribut d'un moyen de production (traction, capital) et d'une production agricole. Pour toutes ces raisons, il nous est apparu assez logique de placer l'analyse des systèmes d'élevage entre celle qui vient d'être faite des facteurs de production et celle qui va suivre des systèmes de culture.

Il existe déjà de nombreuses études de l'évolution des systèmes d'élevage au cours des dernières années, notamment en ce qui concerne la frange sahélienne de la zone étudiée (MILLEVILLE, 1985 ; MARTY, DAVID, 1985...). Il ne s'agit pas ici de reprendre ces études, mais simplement de donner un aperçu général de cette évolution, pour compléter les informations collectées sur les mutations des systèmes de production. Enfin, agriculture et élevage étant en interaction, l'analyse des systèmes d'élevage permettra de mieux comprendre les changements ayant affecté les pratiques culturales.

1. Caractéristiques régionales de l'élevage (tab. 22) : (1)

Deux indicateurs permettent de caractériser en première approche les systèmes d'élevage : la composition globale du cheptel et la charge.

• **Composition du cheptel :** il existe des variations sensibles de la composition du cheptel d'une région à l'autre. Les bovins sont partout dominants, mais la part des petits ruminants varie considérablement (de 10 % en Pays Sérer à prés de 50 % à Maradi). L'importance de ces derniers s'explique par le développement de petits élevages paysans intégrés à l'exploitation agricole (Yatenga, Maradi). A l'opposé, l'élevage bovin est surtout développé dans les régions peu agricoles, à vocation pastorale marquée (Guidimaka, Oudalan).

Seule exception à ce schéma, le Pays Sérer, où les habitants ont développé de longue date une tradition d'agropastoralisme : élevage et agriculture y sont fortement intégrés. L'importance du cheptel équin s'explique par la généralisation de la traction attelée (la traction bovine est à peu près inexistante en Pays Sérer).

• **Charge :** la valeur très élevée de la charge en Pays Sérer (0,8 UBT/ha contre 0,2 UBT/ha dans les autres régions) doit être interprétée en tenant compte que les troupeaux bovins ne sont présents sur le territoire des villages que pendant 3 à 4 mois ; le reste de l'année ils sont conduits en transhumance vers des zones pastorales. Ceci étant, l'importance des effectifs enregistrés dans cette région témoigne d'une capitalisation dans l'élevage due en partie à l'intensification agricole. Par ailleurs, on note une bonne reconstitution des effectifs après les sécheresses de 72-73 et 82-84.

La faible variabilité de la charge globale dans les autres régions doit également être analysée en fonction des éléments suivants :

- les valeurs citées s'apparentent à une densité et ne tiennent pas compte des ressources

(1) Faute de renseignements précis sur la région de Kita, celle-ci est exclue de cette partie. Il semble toutefois que l'élevage y soit marginal, pour des raisons essentiellement sanitaires (tryponosomiase), du fait du caractère nettement plus soudanien de la région.

pastorales réelles. Les régions à fort taux d'occupation de l'espace par l'agriculture (Yatenga, Maradi) ont de ce fait une charge réelle plus forte que les espaces pastoraux, à densité équivalente ;

- en contrepartie, les phénomènes de surexploitation apparaissent pour des charges plus faibles dans les zones septentrionales (Guidimaka, Oudalan), du fait de la moindre richesse des pâturages ;

- il existe de fortes variations temporelles de la charge, en raison des pratiques de transhumance et de confiage ;

- dans les régions les plus arides, la totalité de l'espace régional est utilisable par les troupeaux durant la saison pluvieuse. En saison sèche, les troupeaux se concentrent autour des mares et des réseaux hydrographiques (Guidimaka, Oudalan), induisant une augmentation spectaculaire de la charge locale. Au cours des années de sécheresse, cette concentration a eu lieu plus tôt et a été plus massive, entraînant une surexploitation du milieu, dont les effets sont sensibles plusieurs années après (dégradation du couvert arbustif et arboré, notamment) ;

- enfin, il existe parfois de fortes variations intrarégionales conditionnées par l'importance des ressources fourragères. A Maradi par exemple, la présence de sols compacts ("Geza"), peu cultivés, offre des disponibilités pastorales nettement plus élevées qu'en zone intensément cultivée (sol "Jigawa"). L'hétérogénéité de l'espace régional induit ainsi des modes de mise en valeur différents, recoupant généralement la localisation spatiale des ethnies d'agriculteurs et de pasteurs.

2. Variabilité inta-régionale des systèmes d'élevage

Il convient d'exclure tout de suite le Pays Sérer, très homogène tant du point de vue ethnique que dans l'organisation des agrosystèmes villageois, à l'exception des vallées fossiles, les "Tann" (5 à 10 % de la surface) dont la salinité explique la vocation pastorale ; cette homogénéité se traduit par une variabilité régionale très faible.

Dans les autres régions, le facteur ethnique s'avère le plus discriminant. La différenciation des systèmes d'élevage est visible tant en ce qui concerne la taille des troupeaux (tab. 23), que leur composition (tab. 24) ou le mode d'utilisation de l'espace (tab. 25).

Les agriculteurs sédentaires ont des troupeaux de plus petite taille où dominent les petits ruminants. Les ressources fourragères proviennent essentiellement des résidus de culture (utilisés traditionnellement en vaine pâture) et des jachères. Dans les zones à dominante agricole (Maradi, Yatenga), ils ont la maîtrise de l'espace régional, les éleveurs Peuls étant cantonnés dans les espaces inter-villageois ou périphériques aux territoires villageois. La complémentarité des deux modes de production a néanmoins entraîné le développement de relations entre les deux communautés qui se sont concrétisées, entre autres, par les pratiques de confiage et de contrats de fumure. Ces pratiques ont été fortement affectées par la sécheresse.

S'il existe une bonne correspondance entre importance de groupe familial et taille du troupeau chez les éleveurs semi-nomades (ce qui témoigne du rôle central de l'élevage dans leur système de production), il n'en va pas de même pour les agriculteurs. Comme en témoigne le tableau 26, chez les agriculteurs sédentaires, le bétail est concentré dans les plus grosses exploitations (tab. 27 et 29), ce qui peut s'expliquer par la fonction d'épargne et de capitalisation que revêt le cheptel aux yeux des agriculteurs (plus le surplus est élevé, plus l'achat d'animaux est important). Rappelons qu'en Pays Sérer, la capitalisation du bétail se fait dans le cadre du matrilignage, ce qui nécessite de distinguer la gestion des animaux (par les hommes) de leur appropriation (par les femmes).

Les réactions des différents groupes ethniques à la sécheresse ont été variables. La réduction des effectifs bovins (40 % au Guidimaka, 43 % dans l'Oudalan pour la période 1972-73), correspondant à la mort ou à la revente d'animaux, concerne surtout les pasteurs nomades et semi-nomades. Ceux-ci ont été d'autant plus touchés que leur mobilité (aptitude à exploiter des espaces nouveaux) était faible. A l'occasion des années les plus sèches, les mouvements de transhumance vers le sud ont pris une ampleur exceptionnelle ; l'émigration vers les centres urbains (lieu de distribution de l'aide alimentaire) a été importante chez les éleveurs. La sécheresse a de ce fait consacré la modification des rapports sociaux, notamment en ce qui concerne la gestion des aires pastorales, au profit des semi-nomades, et surtout des agriculteurs (GALLAIS, 1977).

Ces derniers ont été beaucoup moins touchés par la pénurie fourragère causée par la sécheresse, pour plusieurs raisons. En premier lieu, la faible taille des troupeaux sédentaires et la charge relativement légère impliquait une sous-exploitation des ressources fourragères villageoises qui permettait précisément aux éleveurs transhumants de venir en saison sèche faire pâturer les chaumes et résidus de culture des champs des agriculteurs sédentaires (contrats de fumure).

L'élevage villageois a cependant connu des difficultés, comme en témoigne l'apparition de transhumances d'hivernage au Pays Sérer : le manque de jachères, suite à la saturation des terroirs cultivés, et leur faible productivité ont conduit 40 % des exploitants à emmener leurs troupeaux hors des limites villageoises. Cette transhumance s'est étendue progressivement à des zones de plus en plus éloignées et de plus en plus méridionales (sud du Siné) avec l'accentuation de la sécheresse. Autre évolution importante dans de nombreuses régions sahéliennes : la récolte des résidus de culture pour alimenter les animaux restant dans les villages (1), malgré le surcroît de travail qu'entraîne cette pratique. Il s'agit là d'une véritable appropriation de ressources jusqu'alors considérées comme communes (vaine-pâture) et en grande partie exploitée par les éleveurs transhumants.

Ce phénomène révèle une mutation profonde et durable des systèmes de production et témoigne d'un développement de comportements individualistes au détriment de l'organisation collective traditionnelle. Il vient confirmer les observations déjà faites au sujet de la nucléarisation des unités de production et de la monétarisation des transactions foncières ou de travail.

Une conséquence directe de ce phénomène est l'altération des liens entre Peuls et agriculteurs, par le biais de la régression des contrats de fumure (il n'y a plus de chaumes disponibles) et de la pratique du confiage (les animaux restent au piquet dans le village durant l'hivernage). La sécheresse a donc renforcé le contrôle des agriculteurs sur leur espace, les pasteurs étant contraints d'exploiter les terrains inter-villageois, qui tendent eux-mêmes à se rétrécir face à l'avancée des cultures.

3. Place de l'élevage dans les systèmes de production

Dans la zone sahélo-soudanienne, l'animal joue de manière traditionnelle un rôle polyvalent au sein de l'unité de production (DSA, 1985). Pour bien comprendre l'évolution des systèmes d'élevage et les conséquences qui en découlent, il faut au préalable passer en revue leurs différentes fonctions (tab. 29).

• **Fonctions économiques** : le cheptel a avant tout une fonction de capitalisation-épargne, permettant de faire face aux années difficiles. Ainsi, la forte baisse des effectifs bovins déjà signalée, si elle est en partie due à une mortalité accrue, s'explique également par un important déstockage.

(1) Estimation de la proportion de tiges de mil et sorgho stockées à Sabouna (Yatenga) : 27 % (Dugue, 1985).

L'évolution des effectifs est difficile à établir : elle peut néanmoins être appréhendée par les ventes d'animaux et les prix de la viande (tab. 30) les périodes de sécheresse se traduisent, avec une très faible inertie, par une augmentation massive des ventes et un effondrement des cours. Mais le mouvement s'inverse dès le retour d'une pluviométrie meilleure.

Cela a permis une reconstitution assez rapide des effectifs après la sécheresse de 72-73. Par contre, cette reconstitution a été très inégale après la sécheresse de 82-84, certains éleveurs nomades qui avaient tout perdu n'ont pu acquérir de nouveaux troupeaux.

Une autre conséquence importante de la sécheresse sur les systèmes d'élevage est la transformation de leur rôle et fonction économiques. Cette transformation peut prendre plusieurs formes :

- renforcement de l'élevage sédentaire de petits ruminants plus résistants à la sécheresse et de gestion et de commercialisation plus aisées ;

- plus grande intégration des bovins dans les exploitations des agriculteurs du fait de la régression des pratiques de confiage ;

- sédentarisation croissante des éleveurs transhumants ou semi-nomades (peuls), cette sédentarisation s'accompagnant d'un changement dans les fonctions des troupeaux : de support à l'épargne et la capitalisation ils deviennent objets de production et de commercialisation.

• **Fonction alimentaire :** (pour mémoire bien qu'essentielle pour les éleveurs transhumants par la consommation du lait).

• **Rôle de force de travail** par l'utilisation de la traction attelée. Ce point a déjà été évoqué, il convient d'en rappeler les principales conclusions : la sécheresse a provoqué l'arrêt de la diffusion de la traction attelée, voire, dans certaines zones, sa régression (Kita, Yatenga).

Ce fait s'explique d'une part par la réduction de la saison pluvieuse qui implique la nécessité de semer plus tôt ; la préparation du sol est ainsi négligée, entraînant la régression des labours, là où ils étaient préconisés (Kita, certains villages du Yatenga). Mais le facteur déterminant est la baisse des revenus d'origine agricole, incitant les agriculteurs à décapitaliser en vendant animaux de trait et matériel. La revente des animaux est également induite par la diminution des ressources fourragères en période de sécheresse.

• **Rôle dans l'entretien de la fertilité :** en fonction du mode de conduite et en particulier des déplacements des troupeaux, les troupeaux contribuent de façon diverse à l'entretien de la fertilité des sols :

**conversion des résidus de culture sur place :* les céréales cultivées au Sahel (mil, sorgho) ont des tiges qui se décomposent lentement. Leur incorporation au sol nécessite la médiation des animaux. En pâturant les champs après la récolte, les troupeaux contribuent au recyclage de la matière organique et à l'entretien de la fertilité du sol. Au Pays Sérer, les animaux sont attachés à des piquets et déplacés périodiquement sur les champs après la récolte de manière à assurer une fumure systématique de ceux-ci ;

* *concentration de matières fertilisantes sur les champs proches du village,* à partir des pâtures périphériques et/ou des jachères. L'extension de ce système conduit au parcage nocturne des animaux dans les concessions, suivie de la collecte et de l'épandage des déjections.

La quantité de déjections est généralement insuffisante pour fumer l'ensemble des parcelles cultivées. L'entretien de la fertilité, lorsqu'il est assuré, résulte donc d'une combinaison équilibrée entre fumure organique, utilisation des jachères, des associations légumineuses-céréales et éventuellement des engrais. Cet équilibre est remis en cause au cours des périodes de sécheresse, suivant le processus suivant :

- réduction des ressources fourragères, due à la moindre productivité des parcours et des jachères (1) et de l'extension éventuelle du domaine cultivé (2) par extensification des cultures ;

- face à cette baisse de l'offre fourragère, les paysans cherchent à ajuster la demande, soit en réduisant les effectifs, soit en augmentant les transhumances, notamment les transhumances d'hivernage (Pays Sérer) ;

- il en résulte une baisse de la quantité de fumier disponible, induisant une crise du mode traditionnel de gestion de la fertilité dans les régions ou l'augmentation des surfaces cultivées a été sensible (Pays Sérer, Yatenga, Maradi) : la surface à fumer augmente, les quantités de fumier diminuent et les surfaces en jachère également. Les réactions paysannes face à ce processus seront examinées dans le chapitre consacré à l'évolution des systèmes de culture.

L'évolution récente des systèmes agraires s'est également traduite par une augmentation de la concurrence entre agriculture et élevage (tab. 31) :

- concurrence pour l'espace, dans la mesure où l'accroissement des superficies cultivées s'est réalisée au détriment des jachères et des zones traditionnelles de pâturage d'hivernage (bas-fonds au Guidimaka, au Yatenga et en Oudalan sols compacts au Pays Sérer et à Maradi) ;

- concurrence pour la main d'œuvre : le départ en transhumance d'hivernage a pour conséquence de priver les unités de production de jeunes actifs au moment des pointes de travail (sarclages). D'autre part, l'imbrication croissante des zones cultivées et patûrées, sous l'effet de l'accroissement de l'aire des cultures, implique un gardiennage permanent des troupeaux, donc une moindre disponibilité de la main-d'œuvre pour les cultures. Le maintien des animaux au piquet à l'intérieur des villages pendant l'hivernage (Yatenga, Maradi) concrétise l'évolution ultime de ce processus de réduction des ressources pastorales et explique la pratique qui lui est liée de la récolte des résidus de cultures.

(1) Estimations de Thuriet (1984) : 1981 (pluviométrie : 370 mm) : production de biomasse herbacée : 1-2 tonne MS/ha ; 1984 (pluviométrie : 150 mm) 0,4 tonne MS/ha.

(2) La mise en culture peut ne pas modifier la quantité globale de fourrage disponible, la production des résidus de culture pouvant être équivalente à celle de la végétation naturelle (QUILFEN et MILLEVILLE, 1983 ; DUGUE, 1985) ; mais elle en change la qualité et la répartition temporelle (accroissement en saison sèche, diminution en hivernage).

Tableau n° 23 : TAILLE DU TROUPEAU ET ETHNIE

TAILLE MOYENNE DU TROUPEAU (UBT/expl.)	PAYS SERER	GUIDIMAKA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Agriculteurs, éleveurs sédentaires	12 (1)	12 (2) (40 % du bétail)	4 (1)	8	6 (1)
Eleveurs semi-nomades	-	28 (44 % du bétail)	17	35 (3)	12
Ensemble	12	18	5 (1)	25	8 (1)

(1) Moyenne établie pour les seules exploitations possédant du bétail.
(2) Dont une grande partie confiée aux éleveurs nomades ou semi-nomades.
(3) Ce nombre n'a pas de signification réelle, le bétail étant géré collectivement en gros troupeaux (regroupement du bétail de 3 à 10 exploitations).

Tableau n° 24 : ETHNIE ET COMPOSITION DU TROUPEAU

YATENGA (village de Sabouna) - *(THURIET, 1984)*

	Mossis		Peuls	
	UBT totales (1)	%	UBT totales (1)	%
Bovins	1,6	41	11,4	68
Caprins	1,2	31	1,5	26
Ovins	0,8	21	0,3	5
Equins	0,3	7	0,1	1

MARADI (village de Guidan Tanio) - *(LE GAL, 1986)*

Bovins	Haoussas		Peuls	
Caprins	0,6	22	5,3	64
Ovins	0,6	54	1,4	17
Equins	1,5	22	1,3	16
	0,1	2	0,3	3

(1) Moyenne pour l'ensemble des exploitations

Tableau n° 25 : ETHNIES ET MODES D'UTILISATION DE L'ESPACE

	PAYS SERER	GUIDIMAKA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Elevage sédentaire	Bonne intégration dans les systèmes de production.	Peu important - les agriculteurs confient leur bétail	Mossi, petits ruminants essentiellement	Agriculteurs songhaï	Haoussas Petits ruminants et bovins
Ressources fourragères saison sèche	Résidus de culture (vaine pâture) et jachère. Fumure systématique des parcelles (animaux au piquet)	–	Résidus de culture (vaine pâture) Jachères Espaces périphériques	Résidus de culture. Pâturages précoces des villages. Transhumances courtes en début de saison	Résidus de culture (vaine pâture) Parcours périphériques
Récolte résidus de récolte (= appropriation)	Pratique en voie d'extension	–	Oui	Oui	Oui, depuis la sécheresse
Ressources fourragères saison pluvieuse	Jachères encloses Transhumance importante	–	Jachères en forte diminution Transhumance vers le nord	Pâturages bas-fond et glacis Transhumance longue vers le sud	Jachères Parcours périphériques Transhumance
Elevage semi-nomade		Important — Peuls	Dominant — Peuls	Important	Dominant — Peuls
Mode d'utilisation de l'espace	Transhumance bovine organisée dans le cadre du matrilignage	Aires pastorales des terres sableuses en retrait des axes fluviaux (mobilité intrarégionale)	Transhumance vers le nord (Seno) en saison pluvieuse	Aires pastorales se resserrant autour des points d'eau au cours de la saison sèche Transhumance d'hivernage	Transhumances intrarégionales
Elevage nomade	–	Maures + quelques Peuls	–	Touaregs	
Mode d'utilisation de l'espace	–	Axes fluviaux (couloirs de transhumance) à destination du fleuve Sénégal. Peu de stationnement.	–	Utilisation de l'ensemble de l'espace en hivernage (= augmentation forte de la charge)	Concentration des Peuls sédentarisés dans les zones de sols compacts (geza)
Complémentarité des différents groupes ethniques					
Pratique du confiage	–	+++	++	++	+ (en régression)
Contrats de fumure	–	+	+ (en régression)	+++	+ (en régression, du fait de la situation, de l'espace et de la sécheresse = récolte des peuls)

Tableau n° 26 : VARIABILITE DE LA TAILLE DU TROUPEAU

Nombre de bovins	% d'exploitation			
• PAYS SERER (1)				
0 1 à 5 5 à 15 Plus de 15	66 % 15 % 16 % 3 %			
• YATENGA (2)	(Village de Sabouna)			
0 1 à 5 5 à 10 Plus de 10	35 % 58 % 8 % 1 %		Guidan Tanio	
• MARADI (3)				
0 1 à 2 3 à 4 5 à 9 10 et plus	Koda Rogo 71 % 21 % 7 % 0 % 2 %	Tchizon Kourégué 42 % 40 % 15 % 3 % 0 %	Haoussas 79 % 10 % 6 % 3 % 1 %	Peuls 31 % 10 % 12 % 19 % 29 %

(1) (DAVID, 1985) (2) (ICRA, 1982) (3) (THURIET, 1984)

Tableau n° 27 : TAILLE DES EXPLOITATIONS ET IMPORTANCE DU CHEPTEL A MARADI

Taille	0,5 ha	5,10 ha	10,15 ha	Plus de 15 ha	TOTAL
UBT Kotalas dont Bovins (%) Ovins (%) Caprins (%)	1,6 4 35 60	2,6 22 21 53	5,6 38 21 40	12,3 49 19 31	4,3 23 25 50
Expl. sans bovins (%)	94	57	30	6	56

(Source : LE GAL, 1986)

Tableau n° 28 : REPARTITION DES EXPLOITATIONS SUIVANT LA TAILLE ET L'IMPORTANCE DU CHEPTEL AU PAYS SERER

Taille	0,3 ha	3,6 ha	6,12 ha	Plus de 12 ha	Total
Nombre de bovins 1 à 5 6 à 15 Plus de 15 Total	3 3 0 6	9 6 3 18	25 25 3 53	7 13 3 23	44 47 9 100
Nombre moyen de bovins par exploitation	6,2	7,9	7,1	9.3	7,7

(Source : ICRA, 1982) **Note : seules sont prises en compte les exploitations possédant des bovins.**

Tableau n° 29 : FONCTIONS DE L'ELEVAGE AU SEIN DES SYSTEMES DE PRODUCTION

	PAYS SERER	GUIDIMAKA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Importance économique au sein des systèmes de production	Forte	Assez faible (variations suivant les ethnies)	Faible	Très forte	Assez faible
- source de revenus	++ (embouche)	++	+	+++	++
- capitalisation-épargne	+++	++	+++	+	++
Importance alimentaire (auto-consommation)	Faible	Forte (échanges agriculteurs/éleveurs)	Faible	Très forte	Faible
Traction attelée	Très développée (équine et asine)	Nulle	Moyenne, en régression	Nulle	Assez développée, variable
Entretien de la fertilité					
- Conversion des résidus sur place	Importante	Essentielle	Forte, en diminution (récolte des résidus)	Forte, en diminution (récolte des résidus)	Forte, en diminution (récolte des résidus)
- Concentration de matière organique à partir de :					
• jachères	Résiduelle	Faible	Très faible	Faible	Assez forte
• terrains périphériques	Faible	Forte	Forte	Forte	Assez forte
• collecte de fumier	De plus en plus importante	Nulle	Assez importante	Rare	Assez importante

Tableau 30 : ABATTAGES CONTROLÉS A DAGANA (SENEGAL)

Pluviométrie (mm)	Années	Bovins	Ovins et Caprins	Prix moyen d'un bovin (1) (F CFA)
174	1970	938	127	– (2)
314	1971	993	96	—
80	1972	1 611	359	8 200
223	1973	1 498	523	—
204	1974	423	1 690	24 000
257	1975	—	—	26 000

(Source : SANTOIR, in GALLAIS, 1977)

(1) Prix moyen les saisons sèches, période d'achat du mil.
(2) Prix en 1966 : 11 500 F CFA.

Tableau n° 31 : CONCURRENCE ENTRE AGRICULTURE ET ELEVAGE

	PAYS SERER	GUIDIMAKA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Concurrence pour l'espace	Forte Jachères en voie de disparition	Forte Colonisation des parcours de versant et bas-fonds par l'agriculture	Forte Espace cultivable saturé en saison des pluies (extension des cultures en zones marginales)	Assez forte Colonisation des bas-fonds	Forte Diminution des jachères
Concurrence pour la main-d'œuvre					
- Transhumance d'hivernage	Oui	Non	Non	Oui	Non (effectué par les Peuls)
- Surveillance des cultures	Oui (en début d'hivernage)	Oui	Oui	Oui (malgré les clôtures d'épineux)	Non (troupeaux dans les concessions ou couloirs de circulation du bétail vers les parcours périphériques)

Tableau n° 32 : ASSOLEMENTS REGIONAUX (% de la superficie cultivée)

	PAYS SERER	GUIDIMAKA	KITA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
CEREALES TOTALES	60	90	45	90	100	85
dont céréales pures	55	70	45	55	100	25
• Mil	45	10	*(1)*	*(1)*	45	15
• Sorgho	5	50	*(1)*	*(1)*	10	5
• Mil - sorgho	5	10	*(1)*	*(1)*	45	5
dont céréales associées aux légumineuses	(5)	20	–	35	-	60
LEGUMINEUSES TOTALES	40	25	35	40	-	65
• Arachide pure	10	5	35	5	-	5
• Arachide associée au Niébé	25	–	–	-	-	10
Arachide totale	35	5	35	5	-	15
• Niébé (généralement associé)	3	20	-	35	-	50
DIVERS	5	5	20 (dont maïs : 15)	5	–	–

(1) La part respective du mil et du sorgho est conditionnée par un gradient d'aridité nord-sud, et par l'importance relative des sols "lourds" dans le finage.

II - Les systèmes de culture

Les chapitres qui précèdent ont mis en évidence une forte hétérogénéité des conditions de production, aussi bien à l'échelle inter-régionale qu'intra-régionale. Cette hétérogénéité se traduit par une grande variété des modes d'exploitation du milieu et en particulier des systèmes de culture, qu'il convient donc d'analyser en détail. Les pratiques paysannes en matière de conduite des cultures sont en effet fortement révélatrices du fonctionnement des systèmes de production et de leur évolution.

1. Nature des cultures, espèces et variétés

Les assolements régionaux

Le tableau 32 donne une idée des assolements régionaux. On y remarque tout de suite la place importante prise par les céréales (toujours supérieure à 40 % de la superficie cultivée). Elle peut toutefois varier de 50 % (Pays Sérer, Kita) à 90-100 %, (Guidimaka, Yatenga, Oudalan). Les deux premières régions sont en effet situées dans des zones plus arrosées où la culture arachidière a été encouragée et développée en tant que culture de rente (1) ; l'arachide y couvre un tiers de la superficie, en culture pure, le reste des terres étant cultivé en céréales. Il convient de noter la place non négligeable du maïs à Kita, en culture de plein champ ; cette importance est permise par le caractère nettement soudanien de la zone.

A l'exception de l'Oudalan, région la plus aride où les céréales sont exclusives, le niébé tient une place importante dans les assolements de régions où, dans un passé récent, l'arachide était fort développée (Maradi, Yatenga). Ceci résulte de la substitution progressive de l'arachide par le niébé à la suite des sécheresses récentes. Ces deux cultures présentent des caractères communs (plantes enrichissantes du sol, production commercialisable), mais le niébé, de cycle plus court, s'est avéré plus adapté aux conditions de déficit hydrique (sous réserve cependant d'effectuer des traitements antiparasitaires).

L'évolution récente des assolements se caractérise par une réduction nette de l'éventail des cultures et un renforcement de la place des céréales. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette évolution :

- l'arachide résiste mal à la sécheresse ; elle est remplacée par le niébé qui disparaît lui-même quand l'aridité devient trop prononcée ;

- en période de déficit vivrier généralisé, le prix des céréales atteint un niveau tel qu'il devient intéressant pour les exploitations de cultiver des céréales au-delà de leurs propres besoins afin de tenter d'avoir des excédents à commercialiser.

Parallèlement, les légumineuses plus sensibles aux cours intra-régionaux voire internationaux (arachide) ont des prix qui fluctuent moins avec la sécheresse. Il y a de ce fait redistribution partielle du rôle de culture de rente entre légumineuses et céréales ;

- enfin, face à une situation aléatoire, les paysans poursuivent une stratégie de repli : les cultures sont orientées de façon à subvenir prioritairement aux besoins alimentaires de la famille, ce qui entraîne la préférence accordée aux céréales, la recherche de revenus monétaires se fera plutôt par le recours à des activités extra-agricoles (exode, commerce...).

Variabilité intra-régionale

Au sein d'une même région, la part relative des différentes cultures peut varier considérablement en raison de l'hétérogénéité des conditions locales des terrains et du gradient d'aridité nord-sud plus ou moins marqué. Ainsi, le niébé, fréquemment cultivé dans le sud du département de Maradi, disparaît-il au-delà de l'isohyète 400 mm. De même, au

(1) L'arachide en tant que culture vivrière est une culture traditionnelle de la zone sahélo-soudanienne.

Tableau n° 33 : VARIETES UTILISEES

PAYS SERER :		
. Mil	- Pod, variété précoce de 90 j (type Souna) - Matye, variété tardive de 120 j (type Sanio) pratiquement disparue	
. Sorgho	- Variétés locales photopériodiques	
. Niébé	- Les variétés locales photopériodiques ont disparu au profit d'une variété à cycle court	
. Arachide	- Tiop, variété érigée traditionnelle (120 j) disparue - Fouré, variété introduite (90 j) n° 55-437	
GUIDIMAKA :		
. Mil	- Précoce, type Souna, 90 j - Tardif, type Sanio, 120 j	
. Sorgho	- Groupe Niénico, à panicules denses, de longueur de cycle variable (70 à 150 j) - Groupe Fela, à panicules lâches, tardifs (120 à 150 j)	
. Niébé	- Mise, variété précoce (90 j) - Gamme de variétés plus ou moins tardives	
. Arachide	- Tiga Sasa, variété précoce (90 j) - Tiga Funa, variété tardive (120 j).	
KITA :		
. Mil	Variétés diverses suivant la pluviométrie (gradient nord-sud) (de 90 à 150 j)	
.Sorgho	- Sunukaca, variété précoce (90 j) utilisée en tant que culture de soudure (champs de case) - Variétés diverses suivant la pluviométrie (90 à 150 j)	
. Arachide	- Lotiga et Sometiga, variétés traditionnelles précoces (90 j) - 208-206, variété tardive introduite (120 j)	
. Maïs	- Nombreuses variétés locales (110-130 j)	
YATENGA :	Pas de renseignements sur les variétés traditionnelles Variétés hâtives introduites :	
. Sorgho	IRAT 202 - IRAT 204 - ECSV 1014 - (Semis-épiaison : 60-70 j)	
. Mil	CVP 70 (65 j), SEM Dori (70 j) IKMV 8201 (55 j)	
. Niébé	TVX 32-36, GOROM-GOROM	
OUDALAN :	Pas de renseignements sur les variétés utilisées	
MARADI :	Variétés traditionnelles	Variétés introduites hâtives
. Mil	Zonga (105 j) Maiso (120 j)	HPK3 P3 KOUD
. Sorgho	Nota, hâtives photopériodiques	
. Niébé	Variétés tardives photopériodiques	TN 88-33 (70 j) TV 32-36
. Arachide		55-437

sein des céréales, la répartition mil/sorgho dépend-elle aussi bien des conditions climatiques (le mil est considéré comme plus résistant à la sécheresse) qu'édaphiques (le sorgho est mieux adapté aux sols "lourds", argileux à sablo-argileux) : il est certain que le mouvement récent vers les bas-fonds (Guidimaka, Yatenga, Oudalan) a entraîné l'extension des surfaces cultivées en sorgho dans les régions où les zones basses sont importantes (DUGUE, MJ, 1987). Mais le mouvement est inverse (extension du mil aux dépends du sorgho) partout où dominent les sols sableux (Pays Sérer, Centre Yatenga).

Importance des cultures associées

L'association de culture est une pratique traditionnelle en zone sahélo-soudanienne, car elle permet de faire face aux aléas climatiques (pratique anti-aléatoire). L'association peut être réalisée dès le premier semis (mélange de graines d'espèces et variétés différentes), ou à l'occasion de resemis (mil ou sorgho). Les objectifs recherchés sont multiples :

- augmentation des chances de réussite de la culture, en jouant sur le fait que le décalage du cycle de développement des deux espèces permettra d'éviter que les stades critiques de leur cycle ne tombent en même temps sur une période de déficit hydrique ;

- meilleure utilisation des ressources, notamment des ressources en eau (meilleure couverture du sol, réduction du ruissellement, meilleure exploitation du sol par les systèmes racinaires, etc.).

- réduction de la pression parasitaire.

L'introduction de la culture attelée a eu comme effet de favoriser l'extension des surfaces cultivées en culture pure. Par contre, la sécheresse a eu un effet inverse. Au Pays Sérer, tandis qu'on assistait à une quasi disparition des associations céréales-légumineuses au semis décalés, on a vu se développer les associations arachide-niébé, semées en même temps et permettant de faire l'économie du traitement du niébé.

Dans les autre régions (Maradi, Yatenga) le recul de la traction attelée et l'accentuation des risques climatiques ont provoqué un regain de cultures associées, parfois implantées à l'occasion de resemis lors d'arrivée irrégulière et tardive de la saison pluvieuse. Ailleurs, le recul de la traction attelée décrit précédemment s'est accompagné d'un regain de cultures associées, souvent implantées à l'occasion de resemis (arrivée tardive de la saison pluvieuse).

Nombreuses variétés utilisées

Une autre caractéristique des systèmes de culture sahélo-soudaniens en matière d'adaptation à la sécheresse est l'utilisation de plusieurs types de variétés de la même espèce, semées parfois conjointement (tab. 33). Cette diversité permet :

- de faire face aux variations inter-annuelles de la pluviométrie et de la durée de la saison de végétation ;

- d'étaler les récoltes, et notamment d'obtenir une récolte très précoce pour la soudure (mil "Pod", type Souna au Pays Sérer, certains maïs à Kita).

Cependant, la sécheresse récente a entraîné l'abandon des variétés les plus tardives, désormais inadaptées aux nouvelles conditions climatiques, au profit des variétés précoces (remplacement des mils Sanio par les mils Souna au Pays Sérer et au Guidimaka). La demande paysanne pour de telles variétés a facilité l'introduction, par les services de vulgarisation, de variétés améliorées plus hâtives (niébé à Maradi).

Ce phénomène est surtout marqué dans les régions bénéficiant d'un réseau d'encadrement développé et/ou de l'existence d'un projet de développement (Pays Sérer, Yatenga, Maradi).

Si les nouvelles variétés plus précoces sont mieux adaptées à la baisse de la pluviométrie,

leur cycle de développement étant plus court, elles produisent cependant moins de matière végétale. Or la fonction fourragère de certaines espèces par l'utilisation des sous-produits de culture (fanes d'arachide, feuilles de niébé par exemple) est loin d'être négligeable. C'est une des raisons qui expliquent la réticence des paysans vis-à-vis de ces nouvelles variétés.

Ainsi, pendant longtemps, les paysans du Pays Sérer ont préféré cultiver des variétés traditionnelles d'arachide (Tiop, Louga) plutôt que des variétés hâtives. Il aura fallu une succession d'années sèches pour les amener à adopter une même variété à cycle court (55-437). De même, les paysans de Maradi ont longtemps été réticents à remplacer leurs variétés traditionnelles de niébé au feuillage persistant par des variétés améliorées plus précoces mais perdant leurs feuilles avant la récolte et donc sans intérêt fourrager.

2. Répartition spatiale des cultures et successions culturales

L'examen du tableau 34 révèle un lien net entre culture et type de terroirs :

- l'arachide, pour des raisons d'écologie de la plante (enfouissement des gynophores) est cantonnée aux sols les plus légers ;

- la répartition mil/sorgho se fait suivant la texture de sol : le sorgho, plus exigeant que le mil, se trouve sur les sols les plus lourds. L'association mil/sorgho est pratiquée logiquement sur les sols intermédiaires (sablo-argileux). Sur les sols "Dagare" du Yatenga par exemple, les paysans sèment précocement du sorgho, misant ainsi sur une bonne pluviométrie en début de saison. En cas de mauvaise levée, les manquants sont resemés en mil, plus résistant à la sécheresse.

Cette spécialisation des cultures par rapport aux terrains a entraîné la régression des successions culturales traditionnelles, sous le double effet de la pression foncière croissante et de la sécheresse :

- l'éventail des cultures pratiquées s'est resserré au profit des céréales désorganisant les rotations fondées sur l'alternance légumineuses, mils et sorgho ;

- la diminution de la place tenue par la jachère joue dans le sens d'une réduction du cycle de rotation. On passe ainsi en Pays Sérer de la rotation triennale classique arachide/mil/jachère à une rotation biennale mil précoce/arachide.

L'évolution des systèmes de culture tend vers une série de monocultures continues strictement inféodées à un type de terrain. Au sein du finage villageois, ce mouvement part du centre pour gagner peu à peu la périphérie. Cette relation stricte culture/terrain incite les paysans à chercher à cultiver des parcelles dans les différents terroirs, ce qui contribue au développement des prêts entre exploitations (surtout au Yatenga) et à une structuration du paysage agraire et des terroirs nettement différenciée le long d'une toposéquence (Guidimaka, Kita, Yatenga).

Tableau n° 34.1 : PAYS SERER - Répartition des cultures et successions			
	Systèmes de culture traditionnels	F	J
SOLS DIOR	. Culture de case	+++	0
	. 1ère auréole : mil hâtif (Souna) en culture continue. Parfois culture de niébé dérobée	+++	0
	. 2ème auréole : rotation mil tardif (Sanio) arachide parfois entrecoupée de jachère (1 ou 2 ans) - localement, rotations arachide/jachère et mil tardif/jachère	++	+
	. 3ème auréole : rotation traditionnelle mil tardif/arachide jachère	+	++
SOLS DEK (périphérie)	. Jachères encloses (TOS) Alternance jachère (2 à 5 ans) et sorgho (2 à 3 ans)	0	++
IMPLUVIUM (surtout dans le sud)	. Maraîchage, riz pluvial (cultures marginales)		

F : fumure organique
J : jachère

Remarques :

. Evolution récente liée à la sécheresse et à la saturation foncière.

. Le niébé est de plus en plus cultivé en association avec l'arachide.

. La rotation triennale traditionnelle mil/arachide/jachère est peu à peu remplacée par une rotation biennale mil/arachide, puis la culture continue de mil. Le mouvement va du centre vers la périphérie.

. Les 2ème et 3ème auréoles de culture sont en voie d'homogénéisation avec une seule succession : mil souna/arachide.

. Les jachères encloses ont pratiquement disparu.

Tableau n° 34.2 : GUIDIMAKA - Répartition des cultures et successions			
Terrains	Cultures	F	J
GUILLU/SIGNA	Arachide précoce et tardive Sorgho précoce Mil précoce	+	+++
PARAOLE/NIARWALLE	Sorgho tardif + Niébé précoce Diverses cultures maraîchères	+	+
RAKHE/KATAMAGNE	Maïs Riz Mil tardif Sorgho très tardif, tardif, précoce + niébé tardif	+	++

Remarque :

L'abandon des parcelles est conditionné par la baisse de fertilité. On peut distinguer jachères longues (20 ans et plus, après 10 ans de culture) et courte (moins de 5 ans, après 2/3 ans de culture). Il ne semble pas exister de succession culturale "type" bien définie.

Tableau n° 34.3 : KITA - Répartition des cultures et successions			
		F	J
CHAMPS DE CASE	. Culture continue maïs-sorgho sur de petites surfaces . Cultures légumières	+++	0
PERIPHERIQUES	. Rotation arachide/mil-sorgho/jachère (2 ans)	+	++
CHAMPS DE BROUSSE	. Alternance mil-sorgho/jachère longue	0	+++
BORDS DES MARIGOTS, BAS-FONDS	. Jardins . Vergers . Rizières		

Remarque :

Il existe un gradient nord-sud d'aridité qui détermine l'importance relative du mil et du sorgho, le premier dominant au nord, le second au sud.

Tableau n° 34.4 : YATENGA - Répartition des cultures et successions			
		F	J
SOLS ZENKA ET BINSIRI	Mil Mil-niébé Arachide	+	+
SOLS DAGARE	Mil-sorgho Mil-sorgho-niébé	+	++
SOLS KOSSOGHO ET BAOGO	Sorgho Riziculture (bas-fonds uniquement)	+	++
CHAMPS DE CASE	Maïs, légumes	+++	0

Remarques :

- La succession type, sorgho (4 ans)/mil (2 ans)/jachère longue, a disparu, pour laisser place à une quasi-monoculture (en fonction des parcelles, mil ou sorgho). L'association mil/sorgho sur Dagare correspond à un resemis de mil sur sorgho.

- Le riz est une culture de soudure appréciée, mais reste marginale du fait de l'exiguïté des surfaces cultivables.

- Jachères : elles sont de deux types :
  . réserves de terre (jachère supérieure à 10/25 ans) dans les villages les moins saturés ;
  . jachères courtes (1 à 2 ans) : la première sert à l'entretien de la fertilité des sols, la seconde est plus conjoncturelle (manque de main-d'œuvre, mauvaise levée).

Tableau n° 34.5 : OUDALAN - Répartition des cultures et successions			
		F	J
DUNE	Mil	++	++
PIEMONT	Mil Mil-Sorgho	++	++
BAS-FONDS	Sorgho	+	++

Remarques :

- les sucesssions n'intègrent pas de jachère de durée limitée comme dans les autres régions, simplement abandon de la parcelle quand les rendements baissent (abandon plus rapide dans les bas-fonds) - grande mobilité des parcelles et de l'habitat

- l'association mil-sorgho s'implante souvent à la faveur d'un resemis de sorgho sur mil.

Tableau n° 35 : STRUCTURE EN AUREOLES ET MODES DE GESTION DE LA FERTILITE A MARADI

	Parcelles en jachère (%)	Parcelles avec fumure organique (%)	Parcelles avec engrais minéraux (%)
1ère auréole	6	77	14
2ème auréole	23	24	9
3ème auréole	71	6	10
Moyenne	37	32	11

Superficie fumée : 25 % des surfaces cultivées
Superficie avec engrais : 8 % des surfaces cultivées

	Exploitations utilisatrices (%)
Fumier et engrais	24 %
Fumier seul	51 %
Engrais seul	13 %
Ni fumier ni engrais	12 %

(Source : LE GAL, 1986)

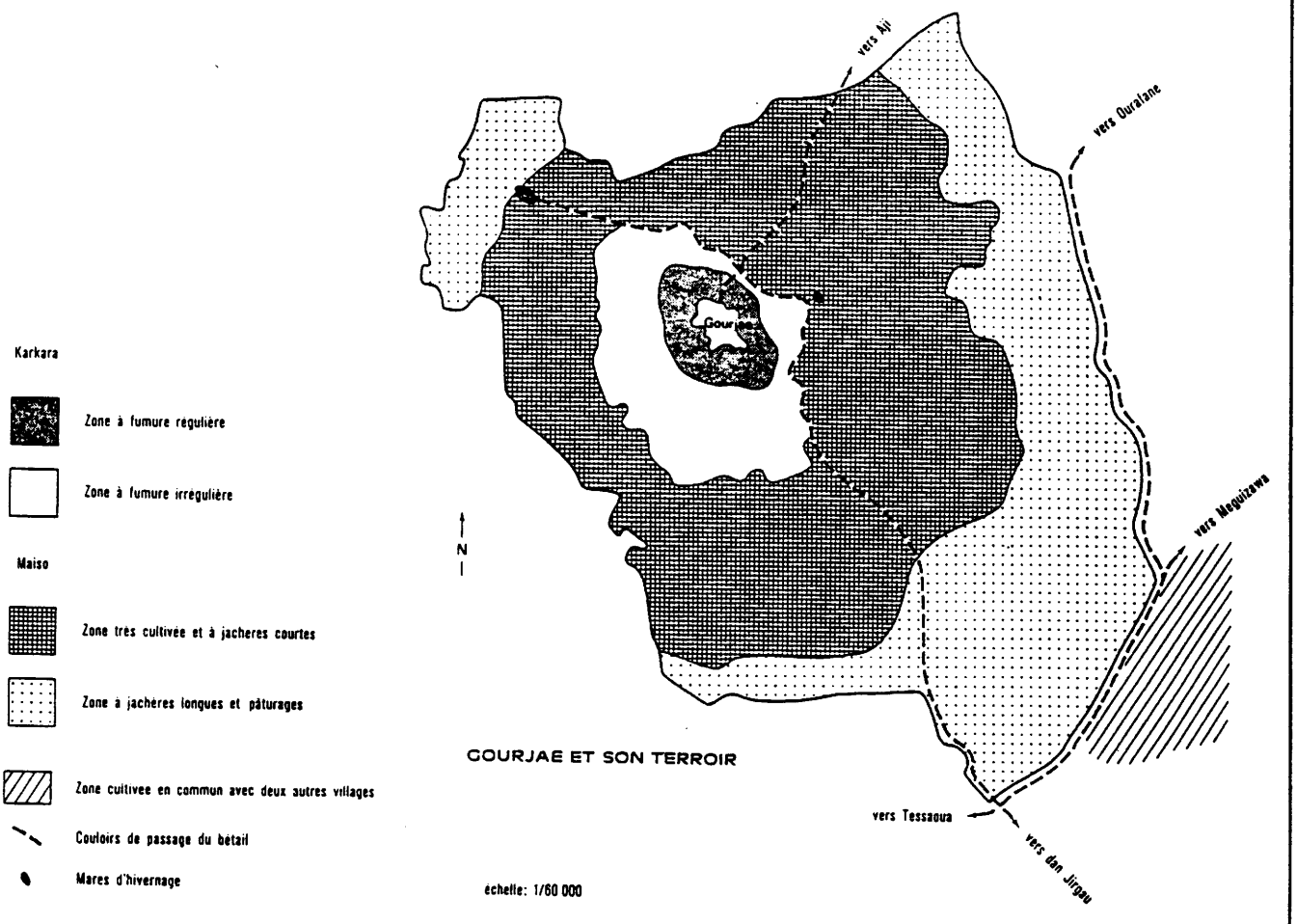


Fig. 11 : Structuration en auréoles des territoires villageois

3. Place de la jachère et mode d'entretien de la fertilité

Les trois modes traditionnels d'entretien de la fertilité en zone sahélo-soudanienne sont la jachère, la fumure organique (grâce à l'association agriculture-élevage) et l'utilisation de légumineuses arborées (*Acacia albida*) ou annuelles (arachide, niébé) associées aux cultures céréalières. Les paysans jouent sur la combinaison de ces trois moyens pour maintenir la fertilité de leurs terres, leur importance respective étant fortement dépendante des conditions de l'environnement et de la pression foncière.

• **Situation archétypale :** la pression foncière étant faible, les terres cultivables sont disponibles en abondance. La jachère est donc le mode privilégié d'entretien de la fertilité : il s'agit de jachères longues (souvent plus de 10 ans) faisant suite à deux ou trois années de mise en culture. La fumure organique joue un rôle marginal : il n'y a pas de concentration de la matière organique sur des surfaces réduites, mais simple transformation des résidus sur place par un troupeau peu intégré à l'exploitation. Cette situation est encore présente au Guidimaka et à Kita, ainsi que sur le front pionnier du nord du département de Maradi.

• **Structuration en auréoles concentriques :** dans les régions (Maradi, Pays Sérer, où les territoires villageois sont relativement homogènes du point de vue pédo-morphologique, et en particulier là où il n'existe pas de toposéquence fortement marquée, l'évolution du système d'origine se fait par la réduction du temps de jachère, à partir du centre des territoires villageois où s'implante une rotation courte (4-5 ans) et par la place croissante de la fumure organique compensant la réduction des jachères. Le système peut se maintenir pendant une période relativement longue tant que la pression démographique n'est pas trop forte (cas des rotations arachide/mil/jachère en Pays Sérer du début du siècle jusqu'aux années 60-70).

Si le phénomène de saturation foncière s'accentue, il mène à la structure auréolaire classique des territoires villageois que l'on note dans de nombreuses régions du Sahel. A partir d'un certain degré de saturation foncière, on voit apparaître l'utilisation des fertilisants minéraux pour assurer la gestion de la fertilité des sols (fig. 11 et tab. 35).

L'accentuation de la pression foncière, combinée à la dégradation des conditions pluviométriques due à la sécheresse, conduit à une gestion de plus en plus difficile de la fertilité des sols par suite :

- de la régression des légumineuses, importante pour l'arachide, notable pour les *Acacia albida* (mortalité accrue et prélèvements villageois) ;

- de la réduction des surfaces en jachère (la sécheresse peut parfois, comme au Yatenga, avoir un effet inverse par suite de l'exode qu'elle provoque) ;

- de la réduction du stock de fumier disponible par suite de la baisse des effectifs animaux.

Le recours aux engrais minéraux n'a que partiellement compensé la régression des moyens traditionnels d'entretien de la fertilité des sols à laquelle on a assisté au cours des dernières décennies. Leur emploi reste en effet limité, pour des raisons de coût et d'approvisionnement (Yatenga, Pays Sérer). La faible utilisation au niveau régional peut toutefois masquer des disparités dues à la taille des exploitations (tab. 36) ou à la situation économique des villages (tab. 37). Dans une enquête faite au Pays Sérer dans les années 70, il apparaissait que la jachère est d'autant plus importante que l'exploitation est petite, la jachère était le moyen le plus économique de gérer la fertilité des sols. A l'inverse, c'est dans les grandes exploitations que le recours à la fumure organique était le plus important, du fait de la concentration du cheptel dans ces exploitations. Cependant, elles ne pouvaient fumer qu'une faible partie de leurs champs, de l'ordre de 25 %. Aussi utilisaient-elles également des engrais minéraux d'autant qu'elles disposaient de ressources monétaires pour se les procurer. Depuis que l'Etat n'assure plus la distribution des engrais, la consommation est tombée à quelques quintaux par village.

Tableau n° 36 : TAILLE DES EXPLOITATIONS ET MODE DE GESTION DE LA FERTILITE AU PAYS SERER

Superficie cultivée	0,3 ha	3,6 ha	6,12 ha	+ 12 ha	TOTAL
% d'exploitations					
- ayant des jachères	40	43	51	50	47
dont surface jachère /surface cultivée					
= 0 à 40 %	0	50	89	67	61
= 40 à 80 %	33	50	11	33	29
= plus de 80 %	67	0	0	0	10
- fumant des parcelles	20	60	68	92	61
dont superficie fumée /superficie cultivée					
= 0 à 20 %	33	28	56	73	49
= 20 à 40 %	67	44	32	18	35
= 40 à 60 %	0	17	4	9	9
= plus de 60 %	0	11	8	0	7

Superficie moyenne en jachère : 18 % de la surface cultivée soit 15 % de la surface totale (1)
Superficie moyenne fumée : 15 % de la surface cultivée (2)

(Source : ICRA, 1982)

(1) Respectivement 40 % et 29 % pour les seules exploitations ayant des jachères.
(2) 25 % pour les seules exploitations pratiquant la fumure organique.

Tableau n° 37 : MODE D'ENTRETIEN DE LA FERTILITE ET "EFFET VILLAGE" A MARADI

Village	Koda Rogo	Sankomi	Guidan Tanio
- Jachères (% de la superficie)	17	10	17
- % de parcelles fumées	15	35	45
- % des parcelles ayant reçu des engrais minéraux	10	18	3
- % d'exploitations ayant utilisé des engrais minéraux	30	73	16
- Dose moyenne (kg/ha)	13	18	14
- Répartition des parcelles			
1ère auréole	19	27	37
2ème auréole	37	32	16
3ème auréole	44	41	47

(Source LE GAL, 1988)

A Maradi, l'utilisation des engrais est plus importante dans les villages où la jachère a presque disparu. Elle reste marginale dans les villages les moins saturés.

En définitive, la sécheresse vient accentuer les problèmes d'entretien de la fertilité des sols, ce qui diminue la productivité des systèmes de culture traditionnels et compromet leur reproduction. Face à cette situation de crise de leurs agrosystèmes, les paysans ont recours à différentes stratégies :

• **réduction des soins culturaux** et, en particulier, des quantités de fumier épandues sur chaque parcelle. En situation aléatoire, le paysan recherche plus la minimisation des risques en réduisant les coûts de production quitte à étendre son domaine cultivé, que la maximisation du rendement sur une parcelle donnée. Cette stratégie extensive, souvent payante à court terme, fait courir le risque d'une baisse généralisée de la fertilité à long terme (Yatenga et, dans une moindre mesure, Pays Sérer) ;

• **réduction de la superficie cultivée par exploitation :** cette solution n'est évidemment envisageable que s'il existe des possibilités de revenus externes comme c'est le cas au Guidimaka. Cependant, il ne s'agit pas d'un processus d'intensification (la superficie par actif reste constante) mais d'une modification de l'allocation de la main-d'œuvre. D'autre part, cette solution semble sans avenir, car les terres ainsi libérées (pour maintenir la durée des jachères) sont ou seront occupées rapidement du fait de l'accroissement démographique ;

• **déplacement des zones de cultures vers les bas fonds** (Yatenga). Cela correspond à privilégier une agriculture d'impluvium permettant de pallier la baisse pluviométrique. Dans ce cas, on peut considérer que la stratégie d'adaptation des systèmes de production adoptée par les paysans est plutôt du type intensif.

4. Les calendriers culturaux

Les sources bibliographiques ne donnent malheureusement que des informations fragmentaires sur les calendriers culturaux. Il est cependant possibled'en tirer quelques observations d'ordre général (tab. 38).

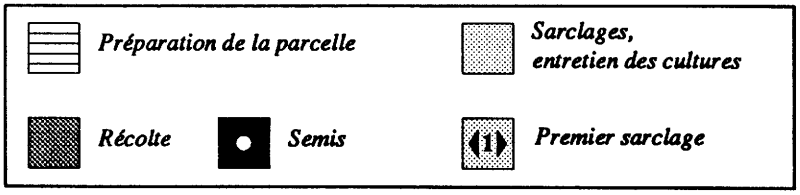
En premier lieu, la bonne maîtrise par les agriculteurs de nombreuses variétés (*cf supra*) conduit à un étalement des semis et des récoltes. En particulier, il existe toujours une récolte très précoce (septembre) servant pour la soudure (culture de case, au sein desquelles le maïs tient une place prépondérante ; mil hâtif de première auréole). Les récoltes peuvent se poursuivre bien au-delà de la fin de la saison des pluies.

Cet étalement ne supprime pas les périodes de pointes de travail ; le problème s'avère crucial au moment des premiers sarclages, qui coïncident avec les derniers semis, ce qui implique des choix de compromis à faire par le paysan (voir *infra* pour les pratiques retenues). La concurrence peut également être vive au moment des récoltes, entre céréales et culture de rente. La priorité donnée à l'une ou l'autre est révélatrice des stratégies poursuivies. Ainsi, au Pays Sérer avant les périodes de sècheresse, la récolte d'arachide était effectuée de préférence avant celle des céréales, témoignant ainsi de l'importance accordée au revenu monétaire.

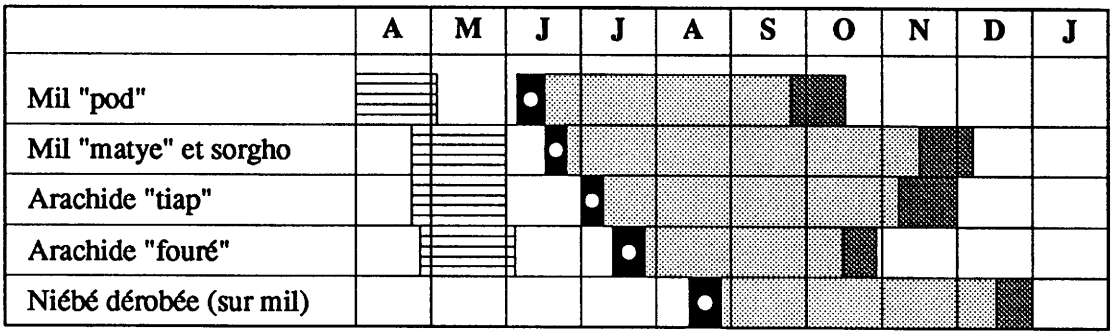
Depuis la sécheresse, des changements de variétés sont intervenus qui font que les céréales sont sarclées et récoltées avant l'arachide, ce qui traduit la priorité accordée désormais aux cultures vivrières.

Plus le climat est contraignant, plus les calendriers culturaux sont dépendants des conditions pluviométriques ; ce qui signifie que ces calendriers sont relativement plus stables dans les régions les plus arrosées. Par contre, ils sont éminemment variables dans des conditions plus aléatoires ; il peut ainsi exister, d'une année sur l'autre, des décalages de l'ordre d'un mois en Oudalan.

Tab. 38 : CALENDRIERS CULTURAUX

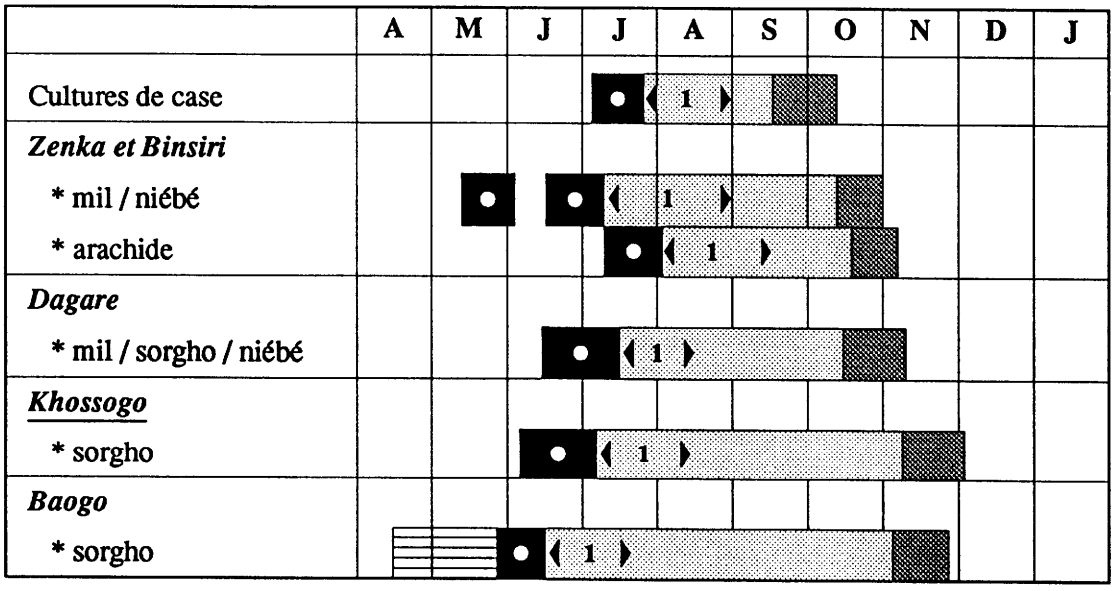


Tab. 38-1 : PAYS SERER (système avant la sécheresse).



Commentaires :
Remarquable étalement des semis et des récoltes. Seul goulet d'étranglement : récolte mil et sorgho/récolte arachide tiop.
Généralement, la priorité est donnée à l'arachide.

Tab. 38-2 : YATENGA



Commentaires :
- Grande variabilité des calendriers culturaux en fonction des exploitations. Il existe une concurrence entre terrains plus ou moins marquée suivant leur importance relative.
- Les deux périodes de semis pour l'association mil/niébé correspondent à deux techniques différentes (cf *infra*).

Tab. 38-3 : GUIDIMAKA

	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F
Guillu / Signa										
* mil		●								
* sorgho			●							
* arachide				●						
Paraole / Niarwale et Rakhe / Katamagne										
* sorgho précoce				●						
* sorgho tardif et mil				●						
* sorgho très tardif					●					
* maïs				●						
* riz				●						

Commentaires :

- Goulets d'étranglement :

- Juillet-août : concurrence semis rakhe/pacole sarclage guillu.
- Septembre-octobre : Concurrence récolte mil souna et maïs et sarclages des sorgho tardifs de rakhe.

- Echelonnement des récoltes :

riz, maïs et mil souna : cultures de soudure. Récolte échelonnée de manière à peu près continue des différentes variétés de sorgho (novembre à février).

- Adaptation force de travail/superficies cultivées.

OUDALAN

Calendriers culturaux très liés aux conditions pluviométriques, donc éminemment variables.

Quelques constantes :

- Semis dès les premières pluies (parfois le 15 mai), se poursuivant tard (début août) ⇒ espérance de pluies favorables.

- Sarclage très étalés (un mois/sarclage), souvent imbriqués (début du 2ème sarclage avant la fin du 1er).

En conséquence, la sécheresse a eu un impact énorme sur les calendriers culturaux, surtout du fait du raccourcissement de la saison pluvieuse. Il en a résulté une compression des temps de travaux et un chevauchement des opérations culturales (par exemple, début du second sarclage sur certaines parcelles avant la fin du premier sur d'autres). Ce phénomène, très général, a été en partie compensé par l'introduction de variétés plus précoces. Toujours est-il que cette évolution a posé des problèmes de temps de travaux qui pourraient localement être accentués par les migrations. Face à cette situation, les agriculteurs ont réagi de façon différente suivant les régions :

- réduction des soins culturaux : les sarclages sont moins nombreux et réalisés de manière rapide ; de ce fait, ils sont moins efficaces (extensification-Yatenga) ;

- abandon de parcelles lorsque le développement des adventices est trop important et n'a pu être contrôlé (Maradi) ;

- semis en sec et recours à la traction attelée afin d'implanter le plus vite possible les cultures et d'assurer un contrôle précoce des mauvaises herbes (intensification-Pays Sérer).

Le choix de l'une ou l'autre solution dépend de la stratégie générale des paysans, stratégie qui ne deviendra vraiment explicite qu'à l'issue de l'examen des modes de conduite des cultures.

5. Mode de conduite des cultures (itinéraires techniques)

Face à la grande diversité de situations et la complexité de chacune, il n'était pas possible de rendre compte de l'ensemble des pratiques paysannes en matière de culture.

Quelques fiches synthétiques ont donc été établies, permettant de mettre en évidence les pratiques les plus révélatrices des stratégies des agriculteurs, particulièrement en ce qui concerne les points-clés des itinéraires techniques : préparation du sol, semis, sarclages.

PAYS SERER

Itinéraire technique traditionnnel (avant la sècheresse)

• Préparation de la parcelle

Les sols sableux ne nécessitent guère de préparation du sol hormis un simple nettoyage de la parcelle. Celui-ci s'effectue sans difficulté avant le début des pluies ; les parcelles sont nettoyées dans l'ordre chronologique où elles seront semées, c'est-à-dire du centre vers la périphérie, en donnant toujours la priorité aux futures parcelles en céréales par rapport à celles en arachide.

Le nettoyage consiste en un brûlis, après abattage d'éventuels arbustes, de la végétation naturelle et des résidus de récolte (sauf dans le cas de futures jachères où ces résidus sont récoltés).

Cette opération est très importante, car elle représente en fait un véritable sarclage anticipé. Convenablement réalisée, elle permet de reculer le premier sarclage d'une dizaine de jours, voire de la supprimer.

• Semis

L'ordre des semis correspond à celui de la préparation ; il traduit la recherche d'un étalement maximum des travaux culturaux.

- Semis en sec, manuel, du mil hâtif de première auréole, qui a vocation de culture de soudure.

- Semis mécanisé des mils et sorgho aussitôt la première pluie utile, en commençant par les sols les plus meubles.

- Semis de l'arachide après deux ou trois grosses pluies : l'arachide est ainsi soustraite au risque de déficit hydrique en début de cycle.

- Semis manuel du niébé dérobé pendant le troisième sarclage du mil.

L'utilisation de la traction attelée fait du semis une opération extrêmement rapide ; les paysans peuvent donc se permettre d'attendre des conditions d'humectation du sol satisfaisantes et s'assurer ainsi de meilleures chances de réussite. Les resemis sont exceptionnels : ils n'interviennent qu'en cas de déficit hydrique très marqué en début de saison.

• Sarclages

Le sarclage est une opération effectuée très rapidement après le semis. Cependant, l'état d'enherbement de la parcelle reste le déterminant essentiel du choix de la date d'intervention, d'où l'importance d'une bonne préparation de la parcelle.

Les sarclages sont effectués à la machine (houe attelée) quand c'est possible ; pour les variétés d'arachides rampantes, le recours à l'iler est parfois nécessaire, quand la plante couvre trop le sol pour permettre la passage de la houe attelée.

En règle générale, trois sarclages sont effectués en cours de saison. Au cours des premiers sarclages, la priorité est donnée à l'arachide, jusqu'à ce qu'elle couvre bien le sol. Le paysan essaie de passer sur toutes ses parcelles, ce qui se fait parfois au détriment de la qualité du travail.

• Effets de la sécheresse

Le raccourcissement de la saison pluvieuse et le recours systématique à la traction attelée ont entraîné une réduction de la période de semis et une plus grande précocité de ceux-ci (P. GARIN, 1989) :

- le mil hâtif peut être semé en sec à la traction animale ;

- l'arachide est semée dès les premières pluies utiles en commençant par les sols les plus meubles, si bien que le décalage des cycles entre mil et arachide est fortement réduit ;

- priorité est donnée à l'installation des cultures. On ne commence pas le sarclage avant d'avoir terminé de semer tout ce qui était possible.

Malgré ce chevauchement des cycles, le recours à la traction équine et asine permet un bon contrôle de l'enherbement. L'arachide et le mil font généralement l'objet de 3 sarclages : 2 mécaniques + 1 manuel. C'est ce contrôle des adventices qui explique qu'en Pays Sérer, malgré la sécheresse, les rendements n'ont pas diminué et ont pu même être améliorés (P. GARIN, 1989).

On observe par ailleurs une diminution notable de la fertilisation organique et minérale :

- le stock de fumier est plus réduit (réduction d'effectif, transhumances d'hivernage) ;

- la rentabilité des engrais minéraux est moins assurée en période de sécheresse. Par ailleurs, l'arrêt des subventions gouvernementales a fortement accentué la baisse d'utilisation des engrais (1).

Le parc à Acacia albida, qui jouait un rôle essentiel dans l'entretien de la fertilité, tend à se raréfier, sous le double effet de la mortalité due à la sécheresse et des prélèvements de bois de feu.

On ne constate pour l'instant pas d'effet important de cette régression des modes d'entretien de la fertilité. Cependant, on peut légitimement s'interroger sur les conséquences à moyen terme de l'évolution des systèmes techniques de production (LERICOLLAIS, 1987).

GUIDIMAKA

• Préparation de la parcelle

Deux types de préparation doivent être distingués, suivant que la parcelle était en culture ou non l'année précédente :

(1) Pour l'ensemble du bassin arachidier, quelques données illustrent la baisse de l' intérêt économique de la fertilisation minérale.

Campagne:	1981/82	1982/83	1983/84
Prix de l'engrais (F CFA/kg)	25	25	45
Prix de vente de l'arachide au producteur (F CFA/kg)	60	60	50
Rendement moyen (t /ha)	870	973	575

(Source : AGEL C. et THEVENIN P. (1984). "La filière arachide au Sénégal, réactualisation 1982/84". Ministère des Relations Extérieures, Paris, 108 p.)

- *défrichement de nouvelles parcelles :* pratiqué en saison sèche (d'avril à juin), c'est un travail long et difficile (abattage suivi de brûlis). La pénurie de main-d'œuvre, accentuée par la sécheresse, est un facteur limitant pour l'ouverture de nouvelles parcelles : elle contribue à accroître le temps d'utilisation des champs cultivés et à diminuer leur mobilité ;

- *enfouissement de fumier et des adventices :* la force de travail et la pénurie de fumier limite cette pratique à quelques champs proches du village. Toutes les autres parcelles ne reçoivent aucune préparation particulière.

• Semis

C'est une opération manuelle, mobilisant la totalité de la main-d'œuvre familiale disponible, à laquelle s'ajoute parfois de la main-d'œuvre salariée : cela traduit le souci de réaliser cette opération le plus tôt et le plus vite possible, quitte à refaire le semis si les premières pluies sont suivies d'une longue période sèche. Si les pluies tardent à venir, les paysans prennent parfois la décision de semer en sec, au risque d'une mauvaise levée. Sur certaines parcelles, le semis se pratique en mélangeant dans le même paquet des semences de variétés et même d'espèces différentes, afin d'atténuer les effets d'un déficit hydrique en cours de cycle.

• Sarclages

Les sarclages posent les mêmes problèmes de main-d'œuvre que le semis. A titre d'exemple, un premier sarclage bien fait nécessite 30 jours/ha, un second 20 jours/ha. Le nombre de passages peut être très élevé (jusqu'à 5), qualité et quantité jouant en sens contraire.

• Effets de la sécheresse

La mise en culture de nouveaux terrains au détriment d'autres moins bien adaptés à la sécheresse a profondément bouleversé les systèmes de culture. L'abandon partiel du "guillu" au profit des versants et des bas-fonds a entraîné des défrichements (et une accélération de l'érosion). Ce mouvement s'est réalisé au bénéfice de sorgho à cycle court (type Falo 90 J).

Mais le facteur essentiel d'évolution est la pénurie de main-d'œuvre. Les conséquences de cette pénurie se font sentir à différents niveaux :

- *modification des espèces cultivées :* ainsi, la main-d'œuvre féminine est amenée à consacrer beaucoup plus de temps aux champs collectifs de céréales, au détriment de ses champs personnels ; l'arachide, cultivée principalement sur les parcelles individuelles, tend de ce fait à régresser au profit du mil et du sorgho ;

- *modification des pratiques culturales :*

* généralisation des semis en sec, du fait de l'arrivée tardive des pluies, face au risque d'un calendrier cultural trop serré.

* diminution du temps consacré aux sarclages : la moindre pression des adventices soulage le calendrier cultural en autorisant un nombre plus restreint de passages. On observe cependant une baisse sensible du rapport surface sarclée/surface semée, le dénominateur variant peu ; cet indicateur témoigne d'une stratégie d'extensification face aux incertitudes conjuguées du climat et des disponibilités de main-d'œuvre : le paysan préfère semer la surface la plus vaste possible, quitte à perdre une partie de son (faible) investissement en semences et en travail, de manière à avoir une latitude de gestion de la main-d'œuvre la plus large possible.

KITA

• Préparation du sol

Elle varie énormément en fonction des types de parcelles.

Champ de case : travail du sol à la "daba" (houe manuelle) visant à l'enfouissement des déjections animales et des déchets domestiques.

Champs périphériques : véritable labour, manuel ou mécanisé, réalisé de préférence sur les parcelles individuelles. Le type de culture envisagé ne semble pas avoir d'incidences sur le travail du sol.

Champs de brousse : simple brûlis, parfois accompagné d'un grattage pour améliorer l'efficience des premières pluies.

Bas fonds : labour de fin de cycle, repris au moment des semis.

Seules les terres argileuses font l'objet d'un labour dont l'objectif semble être plutôt la lutte contre les adventices que l'amélioration de l'état structural du sol. Etant donnée la longueur de la saison pluvieuse, les opérations de préparation du sol ne posent pas de problèmes particuliers de temps de travaux.

• Semis

Pour faire face aux besoins élevés en main-d'œuvre de cette opération, les paysans pratiquent un grand étalement des semis :

- semis précoce des champs de case (maïs) et du sorgho des champs périphériques, qui servent de culture de soudure (récolte précoce) ;

- pour les autres cultures des champs périphériques, les paysans préfèrent soigner le labour et attendre l'installation définitive des pluies afin de maximiser les chances de réussite des levées ;

- par contre, sur les parcelles de brousse, la stratégie est tout autre : étalement spatial et temporel des semis des cultures vivrières traduisant une recherche de sécurisation de la production dans le cadre d'une stratégie extensive.

La rapidité requise pour les opérations de semis, surtout quand elles ont lieu tardivement, a favorisé l'usage des semoirs attelés et des pratiques des locations de matériel. Introduits pour la culture de l'arachide, ils sont maintenant utilisés pour ses cultures vivrières.

• Sarclages

Cette façon d'entretien réalisée manuellement est très exigeante en main-d'œuvre. Lapluviométrie de la région étant relativement élevée, elle favorise la prolifération des adventices ; les sarclages demandent donc un grand soin. Les exploitants, par la qualité des différents sarclages, manifestent l'intérêt qu'ils portent aux différentes cultures :

- les champs de case, qui portent les cultures de soudure, bénéficient de soins attentifs et réguliers ;

- les champs individuels de la périphérie font également l'objet de sarclages soignés (deux ou trois passages) ;

- sur les champs de brousse, qui portent les céréales, la pratique du sarclage dépend de la qualité de la levée et du degré d'enherbement. Les paysans sont parfois amenés à délaisser certaines parcelles, faute d'avoir pu intervenir à temps.

Les différents modes de conduite des cultures laissent apparaître la coexistence de pratiques intensives (champs périphériques) et extensives (champs de brousse), témoignant d'une stratégie mixte des agriculteurs.

• Effets de la sécheresse

La sécheresse n'a eu que peu d'impact sur les pratiques culturales, si ce n'est une régression marquée de la culture attelée, donc un moindre soin apporté à la préparation des parcelles. Ce phénomène a une double cause :

– réduction de la durée de la saison pluvieuse, entraînant la nécessité d'un semis très rapide ;

– revente des animaux de trait et du matériel, pour faire face à l'endettement (les traites ne pouvant plus être couvertes par les revenus de l'arachide, du fait de la baisse des rendements).

L'autre conséquence directe de la sécheresse est une modification des espèces et variétés cultivées : abandon de la riziculture, régression du sorgho au profit du mil, fort développement des variétés précoces, notamment celles d'arachide préconisées par l'encadrement (208-206).

YATENGA

• Préparation du sol

Traditionnellement, la préparation du sol se limitait au débroussaillage des parcelles restées en jachère durant une longue période. Du fait de la réduction ou de la disparition de celles-ci, la préparation du sol est devenue marginale ; elle subsiste simplement dans les bas-fonds, qui font encore l'objet de défrichements notables.

Le labour, préconisé par les services de vulgarisation, reste marginal : en effet, il conduit à retarder la date de semis car il ne peut être effectué qu'après les premières pluies et les paysans semblent considérer que le préjudice qu'entraîne ce retard des semis est supérieur aux avantages résultant d'une préparation du sol par un labour, surtout en période de sécheresse.

• Semis

On rencontre deux types de semis :

- *en sec :* pratique du "zay " : le paysan creuse des trous de 15 cm où il enfouit graines et fumier. Il crée ainsi un micro-environnement favorable à la germination et à la levée des semences, les trous jouant le rôle de micro impluvium lors de l'arrivée des pluies. Ce semis en sec permet d'alléger le calendrier de travail en début de saison. Mais comme il requiert un travail considérable, il n'est réalisé que sur des surfaces limitées, généralement les plus dégradées ;

- *dès les premières pluies :* la priorité est donnée aux sols les plus lourds et aux céréales et, parmi celles-ci, au sorgho. Le caractère aléatoire des premières pluies entraîne fréquemment plusieurs resemis ; le mil, plus résistant que le sorgho à l'irrégularité des pluies, est moins handicapé en années sèches. D'autre part, une courte saison des pluies conduit souvent à des rendements désastreux du sorgho, du fait de son caractère photopériodique. Cette pratique du resemis conduit fréquemment à des associations mil-sorgho, ou mil-sorgho-niébé.

• **Sarclages**

L'intervention a lieu dès que possible après le semis : la plus forte urgence concerne les bas-fonds, où la pression des adventices est élevée. Le premier sarclage a le rôle de sarclo-binage ; c'est l'occasion de pratiquer un buttage des pieds en même temps qu'un enfouissement des adventices. Deux ou trois passages sont généralement nécessaires ; cependant, le sarclage étant une opération manuelle, il pose de sérieux problèmes de main-d'œuvre et, si l'intervention est trop tardive, l'agriculteur peut être conduit à abandonner tout ou partie de sa parcelle par suite d'un envahissement des mauvaises herbes.

• **Effets de la sécheresse**

Face à la dégradation des conditions pluviométriques, les stratégies paysannes traduisent le souci d'assurer prioritairement l'autosuffisance alimentaire : - en maintenant et renforçant la production céréalière, ce qui se traduit par une extension des surfaces du mil et du sorgho au détriment des autres cultures qui disparaissent pratiquement de l'assolement. Mil et sorgho se répartissent suivant la nature du sol, les systèmes de culture tendent à se réduire à une série de monocultures ;

- en achetant des céréales, avec des revenus provenant de la vente des animaux (décapitalisation) et/ou d'activités extérieures, dont l'émigration. Cette stratégie conduit à une marginalisation de l'agriculture dans l'économie des unités familiales.

Le raccourcissement de la saison pluvieuse entraîne un télescopage des calendriers culturaux, rendant plus difficile la gestion de la main-d'œuvre, par ailleurs amputée par les flux émigratoires. Il en résulte une diminution des façons culturales : ceci est particulièrement net pour les sarclages, qui sont réalisés plus rapidement et donc de manière moins efficace. **L'extensification des systèmes de culture s'accompagne donc de leur simplification.**

OUDALAN

• **Préparation du sol**

Cette préparation ne concerne que le nettoyage des parcelles, travail plus ou moins prenant selon les cas :

- anciennes parcelles cultivées : élimination des restes de végétation de la culture précédente ;

- anciennes parcelles en jachère :

  - sur sols sableux : simple destruction des ligneux, la strate herbacée étant pâturée juste avant le semis.
  - en bas-fonds : difficile travail d'élagage.

Ces travaux peuvent se réaliser en saison sèche.

• **Semis**

Comme dans les autres régions sahéliennes, la caractéristique essentielle du semis est le faible investissement requis, tant en semences qu'en travail, le semis est donc une opération pouvant être réalisée très rapidement et sur de grandes surfaces. Elle peut être renouvelée autant de fois que nécessaire, jusqu'à une date avancée de la saison (espérance de pluies tardives).

Le semis se fait en déposant les graines dans des trous (diablere), fonctionnant comme des micro-impluviums ; un grand nombre de graines sont semées par paquet, ce qui permet un étalement des levées (pratique anti-aléatoire).

• **Sarclages**

C'est le travail le plus prenant, surtout en bas-fonds où l'enherbement est souvent important. La capacité de mobilisation de main-d'œuvre déterminera donc la surface réellement cultivée, les capacités de sarclage étant toujours nettement inférieures à celles des semis. La lenteur du travail induit une forte hétérogénéité intraparcellaire, le décalage pouvant atteindre un mois entre le début et la fin du sarclage. Le rendement moyen à l'hectare masque en fait cette forte hétérogénéité.

• **Influence de la sécheresse**

Les systèmes de culture présentaient une forte adaptation aux conditions climatiques aléatoires. La sécheresse n'a entraîné que peu de modifications directes, si ce n'est l'abandon du démariage par manque de temps.

Par contre, les problèmes de pénurie de main-d'œuvre ont renforcé le rôle secondaire de l'agriculture au sein des unités de production, au profit de la cueillette (bulbe de nymphe, fonio sauvage), de l'élevage et des activités extra-agricoles. La sécheresse a eu finalement plus de conséquences sur les systèmes d'élevage : la réduction du disponible fourrager, tant en saison sèche qu'en hivernage, a entraîné des ventes massives d'animaux. Il est à noter que les gros troupeaux, sous-exploités en période de pluviométrie convenable, ont mieux résisté à la sécheresse que les petits troupeaux sédentaires ou peu mobiles.

MARADI

• **Préparation du sol**

Dans la grande majorité des cas, il s'agit d'un simple nettoyage de la parcelle, accompagné d'un débroussaillage en cas de remise en culture après jachère.

Le labour, ou le grattage attelé (suivant les sols), sont des opérations connues ; elles ne peuvent toutefois être pratiquées qu'après les pluies, retardant de ce fait le semis et les autres opérations culturales. Elles restent de ce fait marginales.

• **Semis**

Pratiqué dès les premières pluies, il est effectué très rapidement sur de grandes surfaces (excédant souvent les capacités de sarclage). Les paysans anticipent sur la saison des pluies, ce qui les oblige à de nombreux resemis.

• **Sarclages**

Le soin apporté aux sarclages est très variable selon les parcelles : les critères discriminants sont :

- l'éloignement de la parcelle : les sarclages, toujours soignés en première auréole, sont plus ou moins négligés à la périphérie. Le phénomène explique une grande partie des différences de rendement constatées entre parcelles ;

- la fertilité estimée du champ : le paysan cherche à maximiser ses chances de réussite sur les parcelles les plus fertiles.

Cependant, dans la mesure du possible, toutes les parcelles sont sarclées avec plus ou moins de soin. La surface semée s'avère quelquefois trop vaste au regard des possibilités de sarclage et certaines parcelles doivent alors être abandonnées.

• **Effets de la sécheresse**

La conséquence la plus directe est l'abandon de l'arachide au profit du niébé (associé aux céréales) qui, comme l'arachide, à une triple fonction : culture de rente, culture fourragère et

Tableau n° 39 : DISTANCE DE LA PARCELLE AU VILLAGE ET RENDEMENTS CEREALIERS A MARADI	
Distance (m)	Rendements céréaliers moyens : (kg/ha)
0 à 500	477
500 à 1200	198
1200 à 2500	183
2500 à 4500	134
Plus de 4500	56

(Source, RAYNAUT, 1980)

Tableau n° 40 : EVOLUTION DU TAUX D'OCCUPATION DU SOL A MARADI (Période 1960 - 1985)		
	Superficie cultivée/superficie cultivable	Variation annuelle moyenne de la superficie cultivée
SECTEUR NORD :		
1960	12 %	
		+ 2.4 %
1968	14 %	
		+ 6.9 %
1979	29 %	
		+ 3.3 %
1985	36 %	
SECTEURS CENTRE ET SUD :		
1960	36 %	
		+ 2.5 %
1968	43 %	
		+ 3.4 %
1979	63 %	
		+ 1.1 %
1985	67 %	

(Source : GRIFFON)

Commentaires :

L'accroissement démographique annuel moyen, de l'ordre de 2,5 %, permet de distinguer trois périodes :

1960-68 : accroissement des surfaces cultivées proportionnel au croît démographique ;
1968-70 : période de sécheresse, accroissement plus que proportionnel correspondant à l'extensification des systèmes de culture ;
1979-85 : ralentissement de l'accroissement, suite à la saturation des terroirs et aux difficultés de gestion de la fertilité.

culture améliorante de la fertilité du sol. Le phénomène est d'autant plus marqué que l'aridité se fait sentir ; dans le nord du département, le niébé lui-même laisse la place aux seules céréales.

Il en résulte une simplification et une homogénéisation des systèmes de culture, accompagnées du renforcement de la tendance à l'accroissement de surfaces cultivées : la sécheresse précipite la crise foncière (tab. 40).

La préparation du sol est négligée, étant donnée l'urgence des semis.

Les sarclages sont moins nombreux et plus rapides (la pression des adventices est plus faible).

Les opérations mécanisées régressent : l'importance des cultures associées, qui se prêtent mal à ce type d'opération, y contribue au même titre que la revente du matériel pour faire face aux besoins monétaires.

La fumure minérale régresse de même que les quantités de fumure organique (cf *supra*). La taille du troupeau de l'exploitation joue un rôle déterminant sur l'importance de cette fumure.

6. Evolution globale des systèmes de culture

Nous ne retiendrons ici que les principales modifications des systèmes de culture observées au cours des deux dernières décennies, qu'elles soient dues à la sécheresse ou à d'autres facteurs.

Evolution des espèces cultivées

La tendance constatée partout est la **réduction de l'éventail des espèces cultivées**, au profit des céréales.

• *L'arachide* est cultivée sur des surfaces moindres et disparaît parfois des assolements (Yatenga, Maradi). C'est une conséquence directe de l'inadaptation de la culture aux conditions de sécheresse ; l'arachide se maintient en effet dans des zones relativement arrosées (Pays Sérer, Kita). D'autre part, la culture de l'arachide était souvent réservée aux parcelles individuelles (femmes, hommes dépendants). La réorganisation de la main-d'œuvre entraîne un transfert de travail des champs individuels vers les champs collectifs, consacrés aux céréales. Cette priorité donnée à la satisfaction des besoins alimentaires de l'unité de production se fait donc au détriment de l'arachide.

• *Le niébé* profite du recul de l'arachide, en tant que culture de rente et légumineuse. Il ne s'agit pourtant pas d'une simple substitution, puisque le niébé est le plus souvent cultivé en association avec les céréales à de faibles densités. La culture pure est rare car elle pose d'importants problèmes phytosanitaires. Des traitements sont possibles, mais les paysans les pratiquent encore peu. Les conséquences de cette substitution partielle du niébé par l'arachide sur l'organisation des systèmes de production sont diverses et marquées :

- baisse des revenus monétaires d'origine agricole, que certains paysans tentent de compenser par la vente de céréales ;

- moindre place des légumineuses dans l'assolement, ce qui accroît les problèmes de gestion de la fertilité des sols ;

- disparition d'une ressource fourragère importante (fanes d'arachide), compensée en partie par une utilisation accrue des chaumes de céréales.

• *Le mil et le sorgho* sont répartis de plus en plus strictement selon la nature du sol. La colonisation des bas-fonds argileux entraîne ainsi un développement du sorgho (Guidimaka,

Kita, Yatenga, Oudalan). Au contraire, dans les régions où dominent les étendues sableuses, le mil devient la culture prépondérante (Pays Sérer, Maradi).

Rotations et successions

Suite à la réduction des jachères et du nombre d'espèces cultivées, les systèmes de culture tendent vers la simplification et l'uniformisation des rotations, pouvant aller jusqu'à la **culture continue en monoculture**. Il ne s'agit pourtant là que d'une tendance qui ne s'observe que sur une partie des parcelles ; par ailleurs, à la monoculture s'oppose le développement de la **culture associée** (mil-sorgho, mil-niébé, sorgho-niébé, mil-sorgho-niébé). Cette opposition traduit deux stratégies différentes qui peuvent d'ailleurs coexister au sein de la même exploitation, mais sur des terroirs différents :

- recherche d'un rendement maximal, dans le cas d'une monoculture soignée, faisant l'objet d'opérations culturales minutieuses et d'une attention particulière portée à l'entretien de la fertilité ;

- recherche d'une sécurisation de la production afin d'assurer le recours aux cultures associées. Le rendement équivalent peut s'avérer plus faible qu'en culture pure (LE GALL, 1987), mais les risques de réussite sont plus importants, du fait du mélange d'espèces et de variétés d'aptitudes et de longueur de cycle différents.

Le choix du matériel végétal

Les agriculteurs de la zone sahélo-soudanienne connaissent et utilisent traditionnellement un grand nombre de variétés par espèce cultivée. L'apparition de la sécheresse s'est donc traduite par un intérêt accru pour les variétés hâtives. Les semences sélectionnées proposées par les services de vulgarisation ont donc connu une diffusion rapide, pour les cultures dont ces variétés étaient disponibles (sorgho, niébé).

Cependant, les paysans ont conservé leurs variétés locales plus tardives et souvent plus productives dans l'espoir du retour d'années plus pluvieuses. Par ailleurs, le mélange dans un même champ de variétés précoces et tardives demeure une pratique antialéatoire vivace. Enfin, notons qu'à la suite de la sécheresse, on a assisté à des transferts plus ou moins spontanés de variétés à cycle court des zones traditionnellement les plus arides vers les zones mieux arrosées.

L'installation des cultures

Deux attitudes contradictoires peuvent s'observer, suivant le degré d'incertitude lié au climat :

- assurer une bonne réussite de la culture une fois les pluies installées : c'est le cas à Kita. La séquence d'installation passe par un travail du sol soigné (labour ou grattage) qui, outre son rôle d'amélioration de la structure du sol, permet une lutte efficace contre les adventices (il peut même, dans certains cas, dispenser du premier sarclage). Le retard dû à cette première opération est compensé par la possibilité de recourir à la traction attelée pour le semis et donc de le réaliser dans un délai relativement court ;

- installer le plus précocement les cultures en semant dès les premières pluies, éventuellement en sec. Cette pratique concerne essentiellement les céréales. Le but de ce semis précoce est double :

- profiter pleinement de la totalité de la période pluvieuse,

- permettre une récolte précoce, afin d'assurer au plus tôt la soudure d'une campagne à l'autre.

Cette stratégie a de multiples conséquences :

- pour semer dès les premières pluies, la préparation de la parcelle ne peut se faire qu'en sec. Si le sol n'est pas sableux, il est très cohérent à cette époque et le travail du sol est difficile, voire impossible. Aussi, la préparation du sol se réduit-elle à un simple nettoyage même dans les exploitations disposant d'animaux de trait ;

- le semis est une opération menée rapidement et sur de vastes surfaces : il requiert donc une mobilisation totale de la main-d'œuvre ;

- ce semis précoce présente de grands risques d'échec ; un ou plusieurs resemis peuvent être nécessaires : le faible investissement en travail et en semences permet toutefois de prendre un tel risque ;

- de même, la surface semée excède souvent les possibilités de sarclage (Oudalan, Maradi). L'exploitant peut ainsi choisir entre ses parcelles en fonction de la qualité des levées, de la répartition locale des pluies et de la disponibilité en main-d'œuvre ;

- sur les sols dégradés où le ruissellement est fort, les paysans peuvent adopter une technique de semis dans de micro-impluvium. Cette technique permet un éventuel semis en sec, mais présente de grands risques au regard de l'irrégularité du climat. Le semis en sec a cependant connu un certain développement au cours des dernières années car il minimise, autant que faire se peut, les conséquences d'une arrivée tardive des pluies.

La lutte contre les adventices

La technique la plus courante est la pratique du sarclage. Cependant, il ne faut pas négliger le rôle d'une bonne préparation de la parcelle (cf Pays Sérer).

La pression des adventices nécessite en général plusieurs façons d'entretien. Même mécanisé, le sarclage est une opération qui demande beaucoup de temps et mobilise la totalité de la main-d'œuvre ; les calendriers culturaux connaissent à cette époque de véritables goulots d'étranglement. La sécheresse a accentué ce caractère contraignant, du fait de la réduction du cycle végétatif ; la plus faible pression des adventices ne compensant que partiellement le raccourcissement de la période de sarclage. Le paysan est alors confronté à l'alternative suivante :

- soit privilégier certaines parcelles, en délaissant totalement les autres ;

- soit tenter de traiter toutes les parcelles, au détriment éventuellement de la qualité.

Cette alternative peut être assimilée au choix de l'intensif ou de l'extensif. En fait, le choix de l'une ou l'autre solution n'est pas aussi tranché ; si l'extensif domine dans certaines régions (Oudalan, Yatenga), les deux stratégies semblent coexister au sein d'une même zone, d'un même village et d'une même exploitation. Par ailleurs, nous avons vu qu'en Pays Sérer, grâce à la traction équine et asine, il était possible de concilier rapidité et efficacité des sarclages.

Ainsi on peut considérer que les cultures céréalières de première auréole relèvent plutôt de techniques intensives (forte fumure, sarclages soignés, etc.) entraînant un certain amortissement des fluctuations climatiques (Pays Sérer, Kita, Maradi), le reste des terrains étant conduit de façon plus extensive. Le type de culture peut également être discriminant (par exemple, sarclages effectués prioritairement sur l'arachide).

Il ne faut pas négliger un autre rôle du sarclage ; en effet, le premier passage correspond le plus souvent à un sarclo-binage, palliant ainsi l'absence de travail du sol préalable au semis. De ce fait, le paysan cherche à réaliser ce premier sarclage le plus tôt possible après le semis. Enfin, le sarclage joue également un rôle dans la gestion de la fertilité, du moins quand il est réalisé manuellement : le paysan peut alors réaliser un véritable buttage des pieds en enfouissant les adventices. Cette technique, réclamant un surplus de travail, est en cours d'abandon par suite du manque de temps et/ou de main-d'œuvre.

Gestion de la fertilité

Les modes traditionnels d'entretien de la fertilité sont tous en forte régression :

- la jachère diminue, en surface et en durée, jusqu'à sa complète disparition, du fait de l'accroissement démographique et de l'augmentation de la pression foncière ;

- la fumure régresse également, pour plusieurs raisons :

  - la réduction d'effectifs du troupeau conduit à une moindre quantité de fumier disponible ;

  - même en cas de maintien de la production de fumier, la quantité disponible à l'hectare baisse au regard des surfaces cultivées.

Il en résulte un choix nécessaire entre deux modes d'utilisation de la fumure animale :

- intensification, qui consiste à maintenir les quantités appliquées sur quelques parcelles privilégiées ;

- extensification, correspondant à une dilution du fumier disponible sur la plus grande surface possible.

Dans les zones où la saturation foncière est forte, la deuxième solution a nettement été adoptée (Pays Sérer, Yatenga, Maradi).

Dans ce type de situation, l'utilisation des engrais minéraux a pu être considérée comme une alternative à la baisse de la fertilisation organique. Mais en période de sécheresse, les risques agronomiques (stress hydrique sur les plantes trop rapidement développées) et financiers (non rentabilité) s'avèrent trop importants pour que les paysans recourent à ce mode d'entretien de la fertilité de leur sol.

La place des cultures de légumineuses dans l'assolement a considérablement régressé. De même, l'*Acacia albida* qui jouait un grand rôle dans l'entretien de la fertilité (Pays Sérer, Maradi) a souffert de la sécheresse et le renouvellement du parc reste problématique (LERICOLLAIS, 1987).

Il résulte de ces évolutions une crise de la gestion de la fertilité des sols qui s'est trouvée aggravée par la sécheresse et qui explique en grande partie la baisse des rendements enregistrés durant ces quinze dernières années dans la plupart des régions du Sahel, à l'exception du Pays Sérer.

Conséquence de ces évolutions sur les résultats analysés en termes de rendements et de production globale

• Rendements

La sécheresse a provoqué des baisses de rendements et surtout accru leur variabilité tant spaciale qu'inter-annuelle (tab 41 à 45). Si le déficit hydrique constitue un facteur essentiel de la variabilité des rendements, il ne faut pas sous-estimer l'influence d'autres facteurs comme les pratiques culturales ou la fertilité du sol. Ainsi, les rendements en première auréole, là où les semis culturaux et la fertilisation sont les mieux assurés, sont plus élevés et plus stables (Pays Sérer, Maradi). De même en Pays Sérer, on note une liaison entre les rendements et la taille des troupeaux et donc la disponibilité en fumure organique.

Une étude de la variabilité du rendement du mil (DOUMOURO, 1987), effectuée à partir d'un suivi agronomique de 87 parcelles en 1985 dans différents villages de la région de Maradi, a mis en évidence les faits suivants :

- si la variation de la pluviométrie, et plus précisément du déficit d'alimentation hydrique des cultures, est apparue comme un facteur influençant la variabilité des rendements, ce facteur agro-climatique est loin d'avoir été le plus discriminant ;

- le facteur le plus fortement corrélé à la variabilité des rendements s'est trouvé être la distance des parcelles aux lieux d'habitation. Plus celles-ci étaient éloignées, plus faibles étaient les rendements. Ces résultats confirment ceux cités par RAYNAUT en 1980 (tab. 39). Ils reflètent aussi la coexistence, au sein d'un même territoire villageois, de zones de culture intensive proche des habitations et de zones extensives en situation périphérique. Plus on est proche du village, plus le semis est précoce, les restitutions organiques plus abondantes, les sarclages plus fréquents, etc.

Enfin, il nous paraît intéressant de noter que dans le bassin arachidier du Sénégal (tab 41), la baisse pluviométrique de 165 mm environ, enregistrée entre la période 60-70 et les quinze années qui ont suivi, ne s'est pas traduite par une baisse des rendements du mil ou de l'arachide. Au contraire, les premiers ont augmenté en moyenne de 23 % et les secondes de 5 % malgré les deux terribles sécheresses de 72-74 et 83-84. Cela laisse penser que les efforts d'amélioration culturale et variétale entrepris dans la région ont eu quelques effets et que les agriculteurs ont su les mettre à profit pour adapter leurs systèmes de production à la détérioration des conditions climatiques.

• **Production globale**

Le déficit vivrier est partout marqué (sauf dans la région de Kita), mais avec des intensités différentes suivant les années, les régions et les exploitations (tab. 46 et 47).

Situation grave : Pays Sérer, Yatenga, Maradi (déficit pouvant atteindre 60 % de la consommation théorique de 200 kg par habitant).

Situation moyenne : Guidimaka. Durant les mauvaises années, le déficit peut être comblé par les stocks pluri-annuels qui sont reconstitués par la suite. La succession d'années sèches a cependant dangereusement entamé ces stocks.

Déficit permanent : c'est le cas particulier de l'Oudalan. La production est variable, oscillant autour de 150 kg/hab. Ce déficit est traditionnellement comblé par les produits de la cueillette et de l'élevage, l'agriculture ne jouant qu'un rôle secondaire.

Dans tous les cas, il est fait appel à des ressources monétaires extra-agricoles permettant des achats de céréales pour faire face aux problèmes de soudure et de subsistance ; l'émigration joue à plein ce rôle, contribuant à renforcer le mécanisme de marginalisation de l'agriculture au sein de l'exploitation (phénomène particulièrement sensible au Yatenga, à Maradi et au Guidimaka).

L'aide alimentaire a également joué un rôle important dans l'approvisionnement des populations durant les dernières périodes de sécheresse, notamment au Yatenga.

Tableau n° 41 : EVOLUTION DES RENDEMENTS DANS LE BASSIN ARACHIDIER

Années	Pluviométrie Bambey	Mils et sorgho Rendements moyens (kg/ha)	Production par habitant (kg)	Arachide Rendements (kg/ha)
Moyenne 1960-70	624	534	244	-
1970	533	465	182 (-)	556
1971	571	618	260 (+)	932
1972	358	440	180 (-)	532
1973	402	467	200 (-)	658
1974	471	787	410 (+)	932
1975	493	682	211 (-)	1174
1976	376	708	234 (-)	897
1977	378	528	201 (-)	466
1978	662	809	332 (+)	900
1979	528	585	139 (-)	632
1980	402	575	253 (+)	452
1981	497	998	459 (+)	870
1982	451	968	339 (+)	973
1983	316	542	184 (-)	575
Moyenne 1970-1983	460	655	256	754

(Sources : BULTEAU, 1984 ; AGEL et THEVENIN, op. cit)

Tableau n° 42 : VARIABILITE DES RENDEMENTS AU YATENGA (Village de Kalhoum)

	Années	1973	1974	1975
	Pluviométrie (mm)	469	760 (1)	701
Champs de case	Mil (kg/ha)	504	551	635
Champs permanents	Mil (kg/ha)	589	653	797
	Sorgho (kg/ha)	285	471	757
Champs de brousse	Mil (kg/ha)	301	374	742
	Mil, sorgho (kg/ha)	258	353	483

(Source : MARCHAL, 1983)

(1) A cause d'une sécheresse marquée en septembre, 1974 est considérée comme une année "moyenne", malgré la forte pluviométrie.

Tableau n° 43 : PLUVIOMETRIE ET RENDEMENT AU CENTRE YATENGA				
PLUVIOMETRIE	Rendements moyens (kg/ha)			
	Mil	Sorgho	Mil sorgho	Total céréales
- Plus de 600 mm ("bonne" année)	647	680	542	611
- 500-600 mm (année "moyenne")	371	373	347	362
- Moins de 500 mm (année "mauvaise")	256	352	325	308

(Source : MARCHAL, 1983)

Tableau n° 44 : RENDEMENTS DE CULTURES DE RENTE A MARADI (1985)		
	Moyenne (kg/ha)	Fourchette de variation (kg/ha)
Niébé :	14	0 à 448
dont : - niébé pur	131	0 à 448
- mil - niébé	12	0 à 175
- sorgho - niébé	17	0 à 186
- mil - sorgho - niébé	7	0 à 119
Arachide :	183	0 à 878
dont : - arachide pure	180	0 à 878
- mil arachide	219	0 à 282
- sorgho arachide	155	0 à 178

* 1985 a été la troisième année consécutive d'une très sévère période de sécheresse

(Source : LE GAL, 1986)

Tableau n° 45 : RENDEMENTS CEREALIERS MOYENS A MARADI (Année 1985)				
Village	GUIDAN TANIO	LILI	SANKOMI	KAMOUN
Moyenne (kg/ha)	212	346	385	156
CV (%)	58	20	29	44
Valeur minimale (kg/ha)	32	250	139	38
Valeur maximale (kg/ha)	503	469	534	284

(Source : LE GAL, 1986)

Tableau n° 46 : DEFICIT VIVRIER A MARADI (1985)					
Déficit ou excédent (en mois)	0	1 à 2	3 à 4	5 et plus	TOTAL
Exp. déficitaires (%)	–	14	48	38	63
Exp. excédentaires (%)	22	19	39	20	37

(Source : LE GAL, 1986)

Tableau n° 47 : DEFICIT VIVRIER AU YATENGA		
Réserves céréalières à la récolte (mois)	% d'exploitation	
	Boukéré 1985	Sabouna 1986
Plus de 12	24 %	11 %
10 à 12		14 %
6 à 10	21 %	46 %
2 à 6	26 %	
Moins de 2	29 %	29 %

(Source : DUGUE, 1986 et b)

Conclusion générale

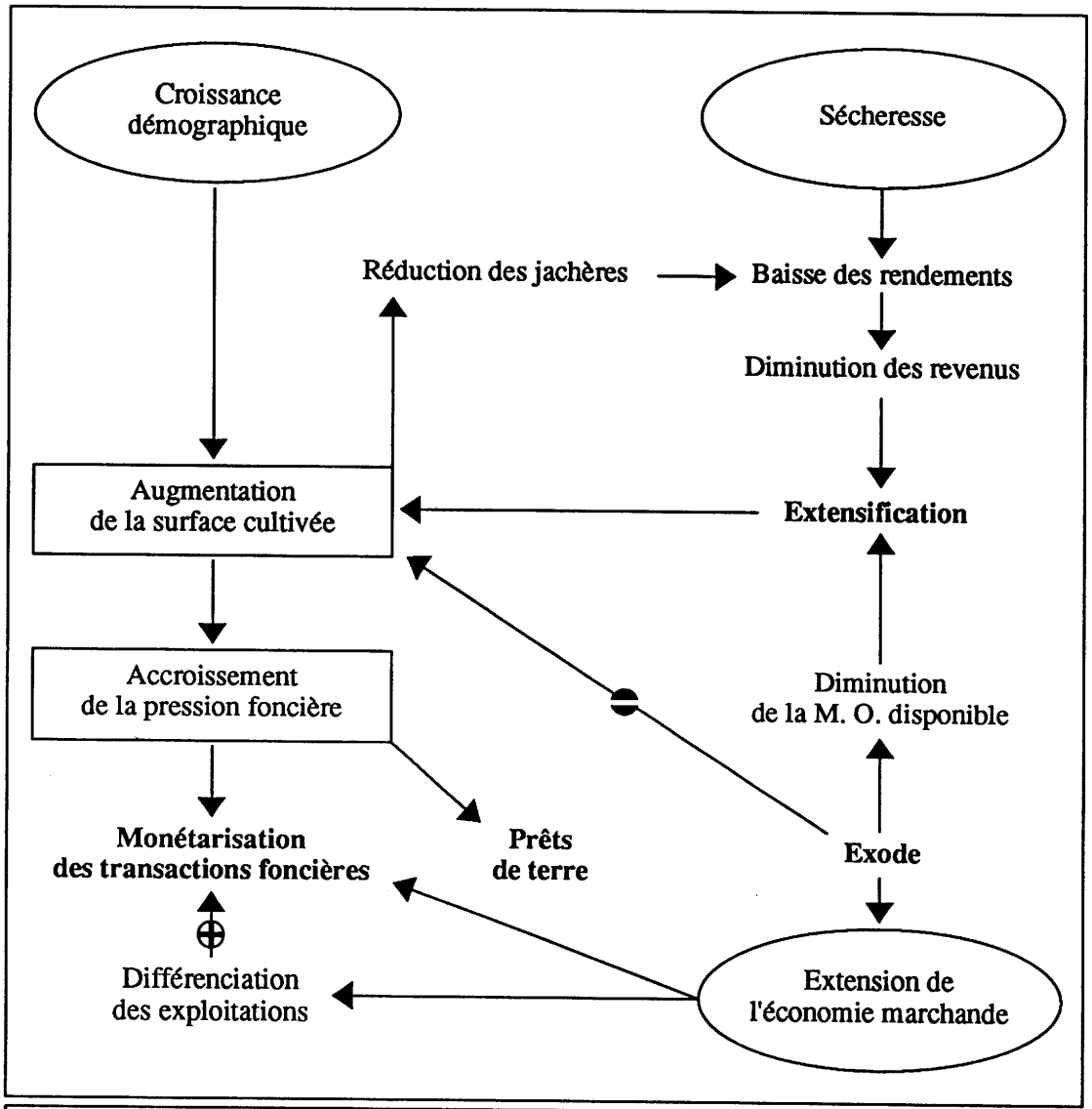


Fig. 12 : La crise foncière.

Tout au long de cette étude, nous nous sommes efforcés de mettre en évidence les mécanismes d'évolution des systèmes de production. A l'issue de ce travail, nous allons essayer de présenter de façon synthétique ces différents mécanismes.

Trois facteurs externes, véritables moteurs de l'évolution des systèmes de production, semblent déterminants dans l'explication de cette évolution :

- la croissance démographique,

- le développement de l'économie marchande,

- la sécheresse.

Par ailleurs, il est possible de grouper les mécanismes d'évolution des S.P. autour de quelques problématiques centrales concernant :

- la crise foncière,

- la gestion de la main-d'œuvre,

- la diminution des ressources fourragères,

- la gestion de la fertilité des sols,

- la dégradation des ressources naturelles,

et débouchant sur une nécessaire réorganisation de la gestion des systèmes de production.

1. La crise foncière (fig. 12)

Le problème central est une forte augmentation des difficultés d'accès à la terre, face à l'extension des surfaces cultivées. Celle-ci résulte naturellement du croît démographique, mais le phénomène est aggravé par une modification des stratégies paysannes : apparition d'un processus d'extensification dans certaines régions sous l'effet de la sécheresse.

Trois types de réponse et d'évolution peuvent être observées :

- l'exode définitif ou temporaire, qui seul permet une réelle régulation (feed-back négatif), dans la mesure où le flux migratoire compense l'accroissement démographique (ce qui est effectif au Yatenga, mais pas en Pays Sérer, par exemple). Si cette solution s'avère efficace au niveau régional, elle n'est pas sans problèmes à l'échelon national ou international. La question de l'attitude à adopter envers les courants de migration reste posée ;

- La monétarisation des transactions foncières entraîne inévitablement une différenciation des unités de production au profit des exploitations les mieux pourvues en moyen de production. L'évolution probable de cette tendance est une concentration foncière de la terre au profit d'une minorité d'exploitants et, corrélativement, le développement du salariat agricole correspondant à une sorte de prolétarisation d'une partie des ruraux ;

- l'augmentation de la pratique des prêts de terre entre exploitations constitue une réponse s'inscrivant dans les schémas traditionnels des sociétés paysannes sahélo-soudaniennes et témoigne d'une tentative de maintenir les structures sociales face à une mutation rapide. Elle ne peut cependant qu'être transitoire car elle suppose des réserves en terre qui sont en voie de disparition avec le croît démographique.

Face à l'augmentation des demandes de terre, les prêts se multiplient, contribuant à la réduction de la durée et de la proportion des jachères et donc à la saturation foncière. Il est à noter que ce type de réponse a trouvé ses limites même dans le système social le plus structuré, celui des Sérers, qui était fondé sur un égalitarisme économique (GASTELLU, 1981). Exode et différenciation des exploitations en témoignent.

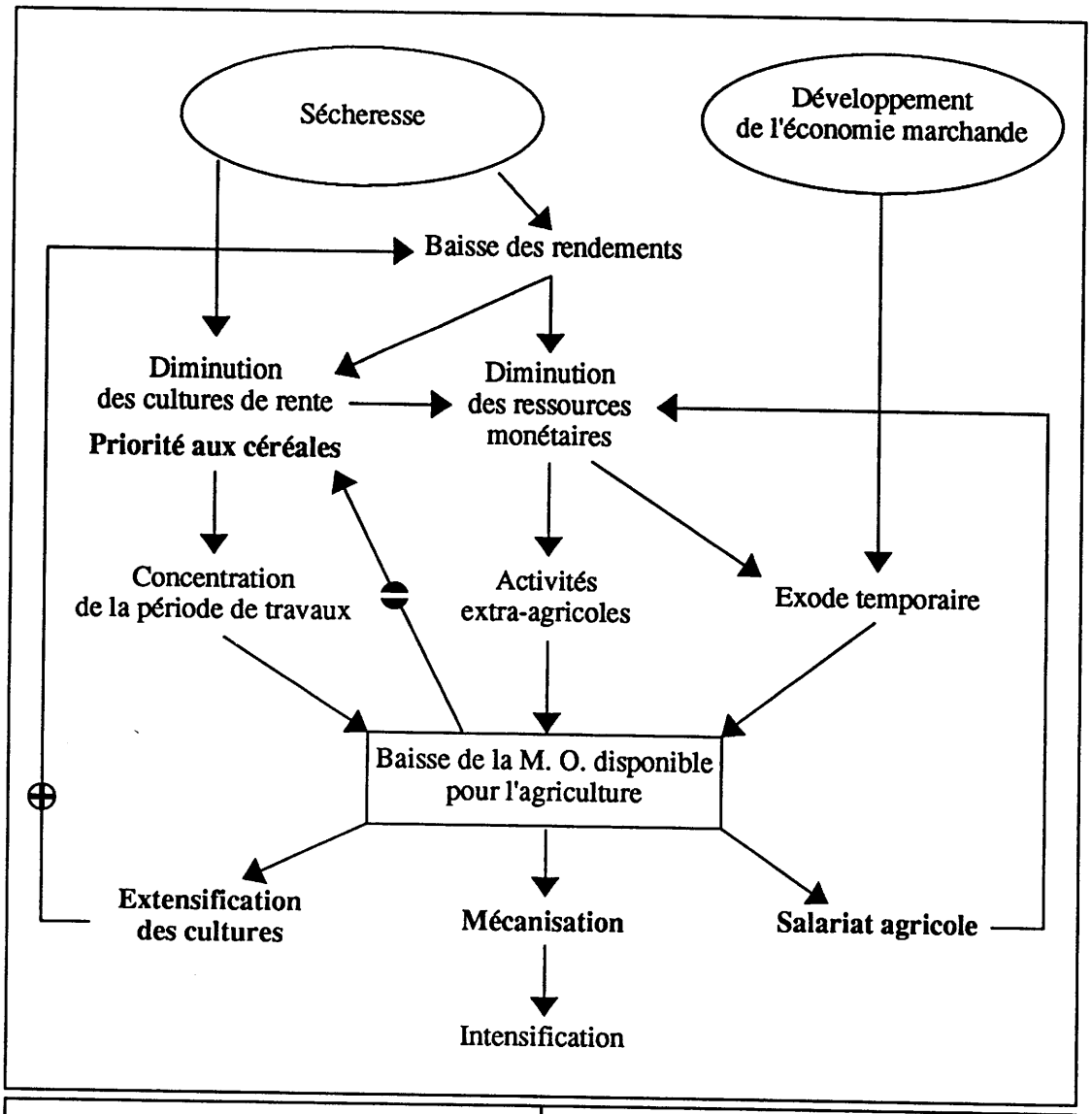


Fig. 13 - Evolution de la gestion de la main-d'œuvre.

2. Gestion de la main-d'œuvre (Fig. 13)

Les difficultés naissent en fait de la crise monétaire induite par la baisse des rendements consécutive à la sécheresse. Face à cette baisse, les exploitants adoptent des stratégies de culture donnant priorité aux cultures céréalières, c'est-à-dire à l'approvisionnement alimentaire de la famille. Ce choix se fait au détriment des cultures de rente traditionnelles (arachide essentiellement, par ailleurs sévèrement handicapée par la baisse pluviométrique). Il en résulte une baisse de revenu pour compenser ce manque à gagner ; les paysans se tournent vers d'autres activités locales (qui restent limitées) et vers l'exode temporaire (migrations de travail).

Une précision s'impose ici : l'exode préexistait aux situations de sécheresse mais ne concernait, sauf cas particulier, qu'un nombre limité de migrants pour de courtes durées en saison sèche, ne créant donc pas de concurrence avec l'agriculture. L'évolution récente s'est faite dans le sens d'un allongement du temps d'absence, débordant désormais sur l'hivernage. Il s'ensuit une disponibilité en main-d'œuvre plus faible pour l'agriculture, du fait de cet exode de la force de travail.

Cette situation induit trois types de réponse, dont le caractère complémentaire est évident.

Développement du salariat agricole, en employant la main-d'œuvre locale ou immigrée. Cette solution est rendue possible grâce aux ressources provenant des migrants.

Extensification des pratiques culturales : le temps de travail consacré à chaque parcelle devient plus faible, les travaux sont moins soignés. Cette stratégie contribue à la tendance générale de baisse des rendements, en entretenant le cycle. Elle n'est pourtant pas appliquée par l'ensemble des exploitants et ne concerne jamais la totalité des parcelles de l'unité de production.

La moindre main-d'œuvre disponible renforce le phénomène de priorité donnée aux céréales.

Ces pratiques qui se traduisent par une extensification des cultures améliorent-elles la productivité du travail ? Certains le pensent, rares l'ont démontré (MARCHAL, 1985). Ce qui semble sûr par contre, c'est que l'extensification réduit les risques économiques liés à l'utilisation d'intrants achetés.

A ces trois réponses à la pénurie de main-d'œuvre il faut en ajouter une quatrième qui est la mécanisation des travaux agricoles. L'exemple du Pays Sérer montre que cette mécanisation basée sur la traction équine permet d'éviter l'extensification et la baisse des rendements grâce, entre autres, au semis en sec, à l'installation rapide des cultures et au contrôle des adventices.

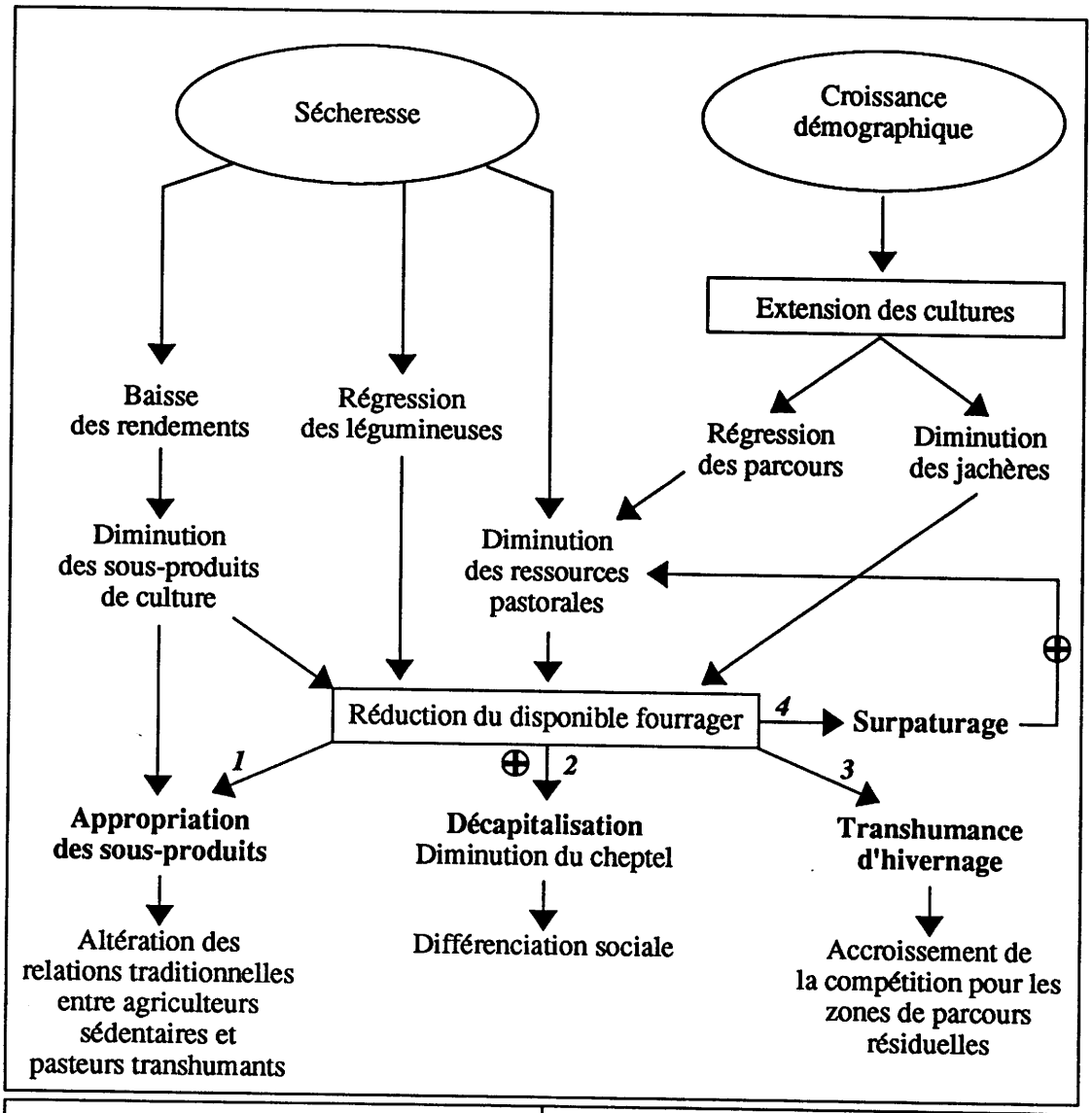


Fig. 14 - Diminution des ressources fourragères.

3 . La diminution des ressources fourragères (fig. 14).

La sécheresse et l'accroissement démographique sont les deux facteurs principaux qui sont à l'origine de cette diminution. La sécheresse entraîne une baisse des rendements des cultures et donc de leurs sous-produits utilisables par les animaux. De même, elle fait régresser les légumineuses qui jouent un rôle important dans la qualité de la ration alimentaire des troupeaux et diminue la productivité des parcours et des jachères.

L'accroissement démographique se traduit par une extension des cultures au détriment des parcours et des jachères, réduisant ainsi les ressources pastorales disponibles pour les animaux, notamment pendant l'hivernage.

Les conséquences et les réactions des agriculteurs à ces évolutions sont les suivantes :

- le surpâturage : il correspond à une certaine inertie du système, variable suivant l'expérience des éleveurs. Elle conduit, essentiellement dans les zones à dominante pastorale (Guidimaka, Oudalan), par rétroaction, à renforcer la crise ;

- l'apparition de transhumances d'hivernage (ou leur généralisation) répond au manque de fourrage et au besoin de protection des cultures pendant la saison pluvieuse. Cette pratique accentue les problèmes de pénurie de main-d'œuvre (cf *supra*) et de gestion de la fertilité (cf *infra*) ;

- l'appropriation des ressources fourragères est une réaction qui témoigne d'une évolution des rapports sociaux. La règle générale était autrefois la vaine pâture des chaumes après la récolte. Or, la tendance à l'individualisme (déjà notée à propos de l'atomisation des exploitations) conduit à la récolte de ces chaumes. Le phénomène d'appropriation ne concerne pour l'instant que cette ressource, mais laisse présager une extension à d'autres ressources (parcours, jachères) ;

- enfin, la solution la plus générale a été la revente d'animaux, d'ailleurs plus forte chez les éleveurs que chez les sédentaires. Ce processus de décapitalisation des exploitations ne doit cependant pas être exagéré : les réductions d'effectif, ayant atteint localement 30 %, n'ont souvent été que transitoires ; la taille des troupeaux s'est accrue dans des proportions importantes dès le retour d'années plus pluvieuses. Ce mouvement de vente généralisée a également été l'occasion de transferts aux profits des exploitants les plus aisés, renforçant ainsi le processus de différenciation des exploitations.

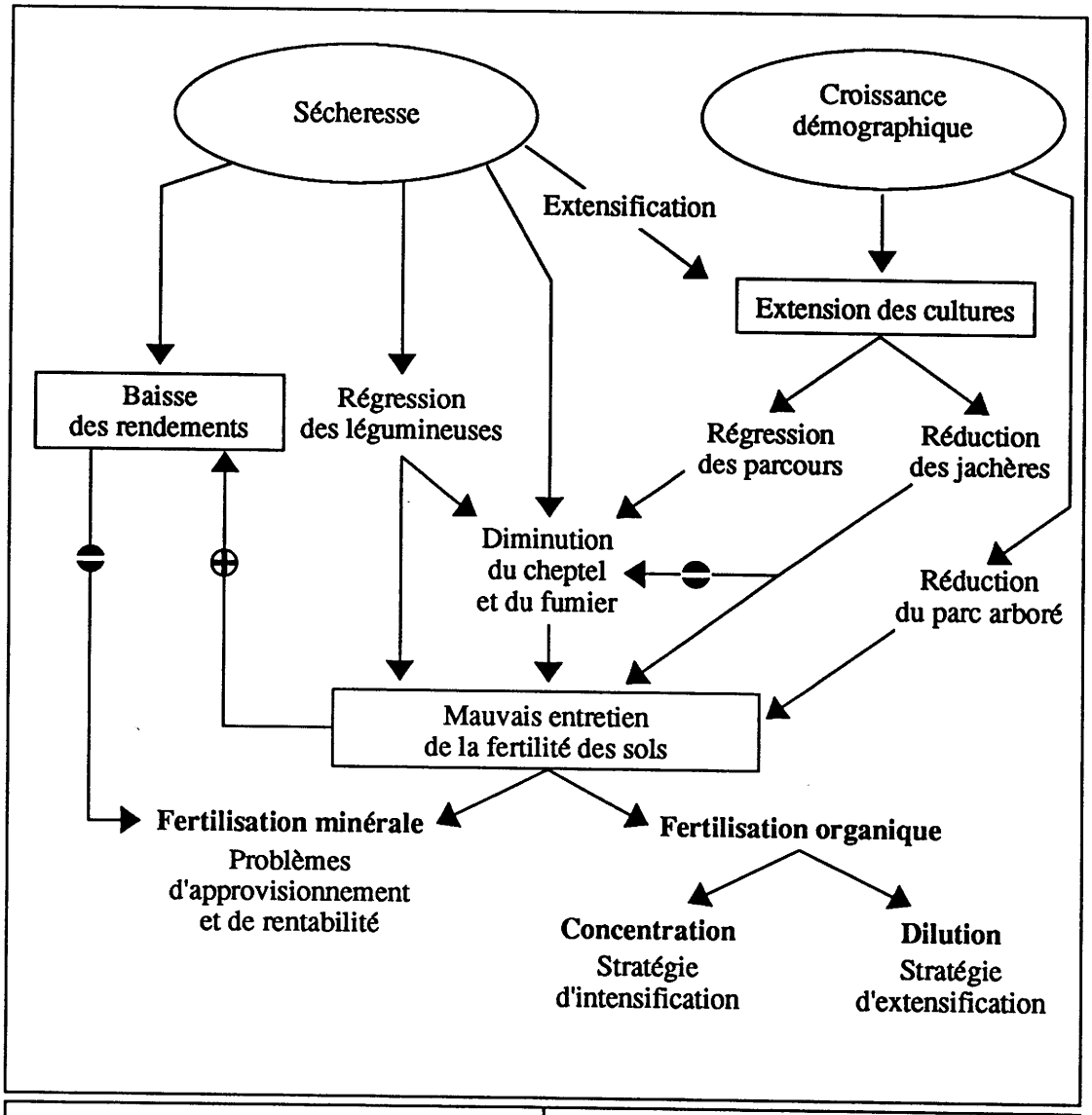


Fig. 15 - Gestion de la fertilité des sols.

4 . La gestion et la fertilité des sols (fig.15)

Tous les modes traditionnels d'entretien de la fertilité des sols sont affectés par la sécheresse et l'extension des cultures consécutive à la croissance démographique :

- la part des légumineuses décroît dans les assolements ;

- la durée et la proportion des jachères régressent ;

- les transferts de fertilité par les animaux des zones non cultivées vers les zones cultivées diminuent par suite de la réduction des parcours et du cheptel. La fabrication de fumier en est affectée.

Il en résulte un déséquilibre au niveau des cultures (entre les apports et les besoins en éléments minéraux) qui compromet le maintien de la fertilité des sols.

Face à cette situation, les agriculteurs tentent de réagir de différentes manières :

- utilisation localisée et sélective de la fumure en concentrant le fumier disponible sur quelques parcelles de faible superficie qui feront l'objet de soins intensifs (tab 42).

- dilution du fumier sur un grand nombre de parcelles. Cette pratique traduit un choix d'extensification des cultures ;

- recours aux engrais minéraux. L'intérêt des paysans pour cette dernière solution est variable suivant les régions. Là où les paysans en reconnaissent l'intérêt agronomique (Maradi, Pays Sérer), son adoption pose deux problèmes :

  - celui de l'approvisionnement en engrais adaptés. Rappelons que si les engrais azotés peuvent accentuer les effets du déficit hydrique, par contre la fertilisation phospho-potassique a tendance à les réduire ;

  - celui du coût des engrais et de leur rentabilité, discutable, lorsque l'aridité du climat est très accusée.

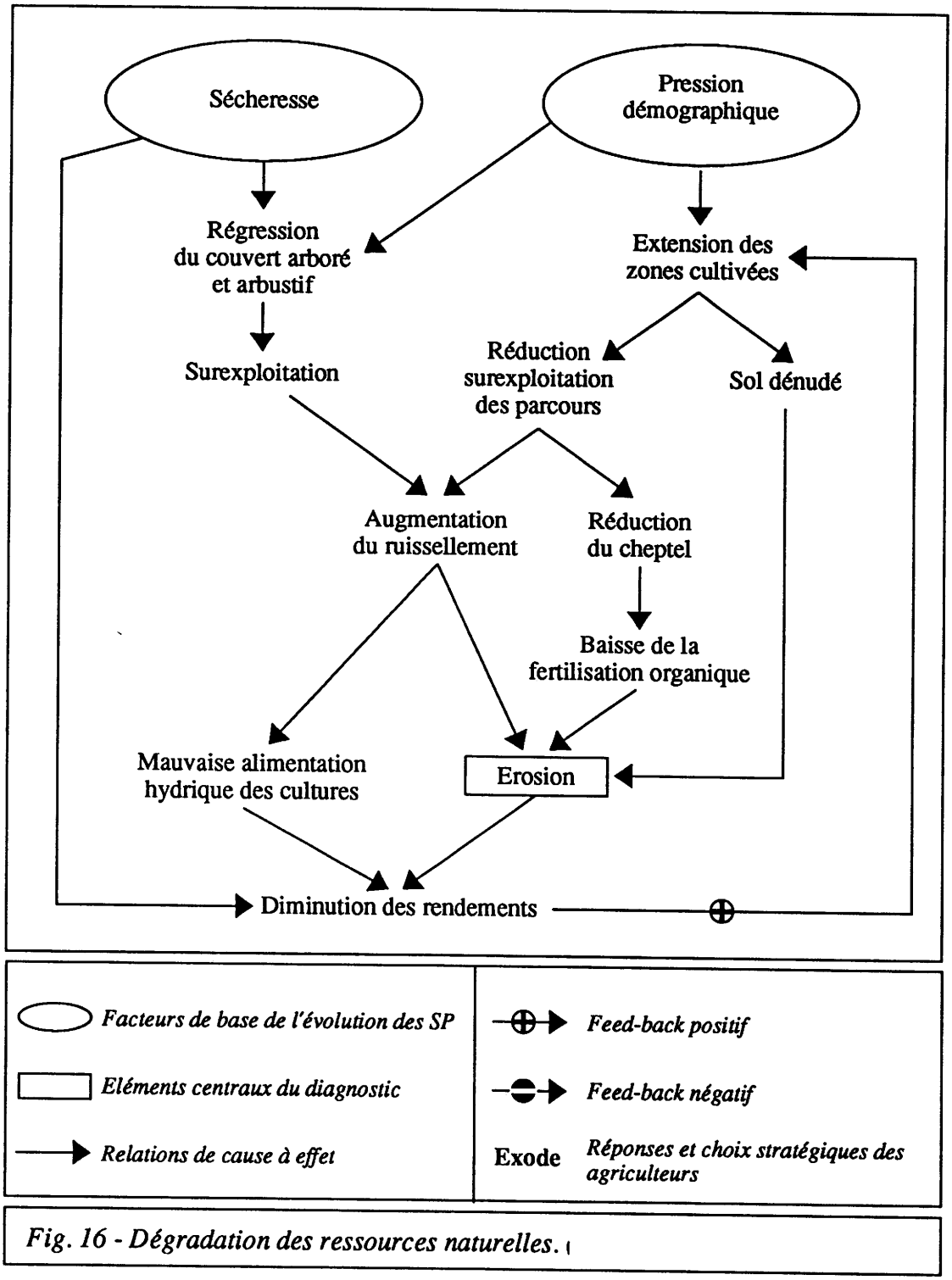


Fig. 16 - Dégradation des ressources naturelles.

5. la dégradation des ressources naturelles (fig. 16)

Dans cette étude, on a surtout mis l'accent sur l'évolution des systèmes de production agricole et plus spécialement sur les transformations des modes de conduite des cultures et des animaux. Mais les facteurs qui sont à l'origine de ces évolutions ont également influé sur la transformation de l'environnement des systèmes de production et sont à l'origine d'une dégradation des ressources naturelles, et en particulier des sols et de la végétation naturelle.

Dégradation des sols : l'extension des surfaces cultivées contribue à exposer davantage les sols aux agents érosifs (érosion hydrique et éolienne). Les phénomènes de dégradation sont évidemment les plus importants dans les territoires villageois situés sur des toposéquences (Guidimaka, Yatenga). Ils conduisent à la formation de ravines et parfois à un véritable décapage du sol. Ils peuvent conduire à une stérilisation partielle des sols (Zippelés du Yatenga). Les paysans sont le plus souvent démunis face à ces phénomènes qui, sans être irréversibles, nécessitent une action concertée à l'échelle du bassin versant et sur plusieurs années.

En plus de cette dégradation physique des sols, il ne faut pas oublier leur dégradation chimique, c'est-à-dire leur baisse de fertilité. Ce deuxième type de dégradation est peut-être moins spectaculaire ; il n'en est pas moins grave et, dans bien des situations, s'avère le phénomène majeur de la dégradation du milieu sahélien.

Dégradation de la végétation : la dégradation du couvert végétal spontané est directement liée à la pluviométrie. Sensible dans l'ensemble de la zone sahélo-soudanienne, elle se manifeste par une moindre productivité des parcours, la réduction des surfaces couvertes et la baisse de leur richesse spécifique.

Cependant, si l'on évite le surpâturage, la reconstitution du couvert herbacé ne semble pas poser de problèmes, si toutefois les conditions climatiques redeviennent normales.

Il n'en est pas de même pour le couvert arboré, particulièrement dégradé dans les zones pastorales (Guidimaka, Oudalan) : l'action conjointe d'une plus forte mortalité des arbres, de leur surexploitation en tant que fourrage et des coupes pour l'approvisionnement des populations en bois a compromis la restauration à moyen terme de ce couvert dans ces régions.

Les différents mécanismes qui viennent d'être présentés conduisent à une transformation de l'ensemble du fonctionnement des systèmes de production des zones sahélo-soudaniennes (fig. 17). Cette évolution s'accompagne d'une dégradation du milieu et de ses ressources. Ce constat milite en faveur d'une approche nouvelle du développement rural dans ces zones qui associe l'amélioration des systèmes de production et la régénération des ressources naturelles.

Les mutations intervenues au cours des dernières décennies ont non seulement transformé les systèmes techniques de production mais modifié également les formes de mobilisation des facteurs de production et conduit à de profonds bouleversements des structures traditionnelles d'organisation de la production. La solidarité et la cohésion des communautés rurales se sont effritées pour laisser place à une plus grande individualisation des stratégies. Parmi celles-ci, la diversification des activités et des ressources occupe une place dominante au point que, si la production agricole conserve un rôle important dans l'approvisionnement des familles, le fonctionnement et la reproduction économique des exploitations sont assurés de plus en plus par des activités annexes et des revenus extra-agricoles. Diversification, extraversion mais aussi exploitation minière des ressources du milieu ont ainsi permis aux sociétés rurales sahéliennes de faire face aux aléas du climat.

Cette étude n'avait comme ambition que de tenter de comprendre les dynamiques qui sont à l'œuvre au Sahel en matière d'exploitation du milieu et de ses ressources, et d'évaluer

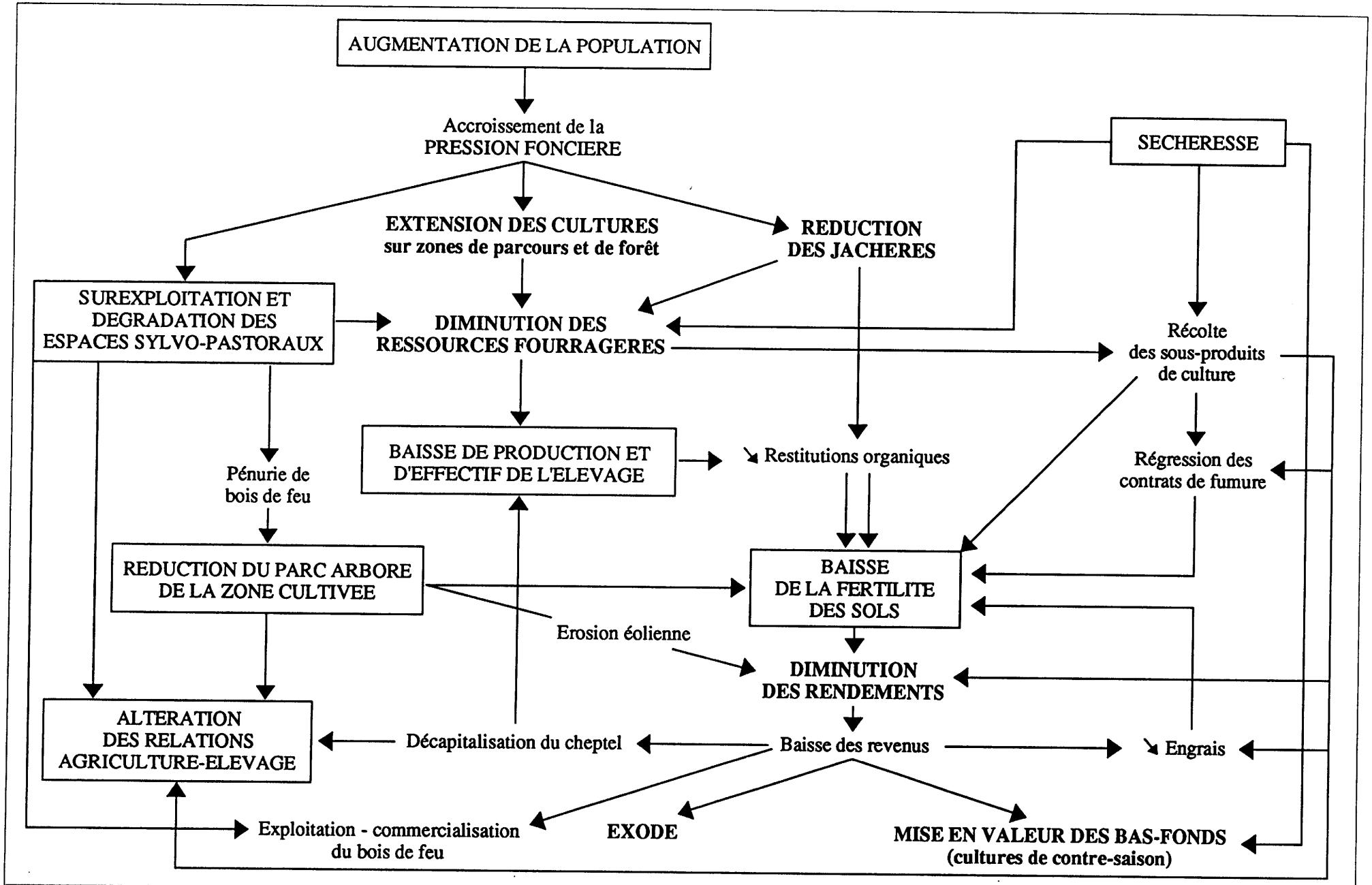


Fig. 17 - Schéma général d'évolution des systèmes de production et de dégradation des ressources naturelles en zone sahélo-soudanienne

l'impact de la sécheresse sur ces dynamiques. Le constat qui en résulte peut paraître sévère : crise foncière, pénurie de main-d'œuvre, baisse des rendements, mauvaise gestion de la fertilité, décapitalisation, dégradation de l'environnement. Il convient cependant de remarquer que les problèmes ne se posent pas partout avec la même acuité (tab 48). A cette diversité des situations doit correspondre une diversité des modalités d'intervention.

Par ailleurs, cette étude a mis en évidence des résistances au changement, des adaptations, des tentatives pour faire face à une situation difficile. Cette capacité paysanne à se mobiliser peut représenter un grand atout pour l'avenir de la zone sahélo-soudanienne.

Tableau n° 48 : IMPORTANCE RELATIVE DES PROBLEMES RENCONTRES DANS CHAQUE REGION

	PAYS SERER	GUIDIMAKA	KITA	YATENGA	OUDALAN	MARADI
Crise foncière	+++	0	0	+++	++	+++
Problème de main-d'œuvre	++	+++	+	++	++	++
Problèmes fourragers	+++	++	++	+++	++	+++
Problèmes de fertilité	++	+	+	+++	+	++
Erosion/dégradation des sols	0	+++	++	+++	+	0
Dégradation de la végétation naturelle	++	+++	0	++	+++	+

Bibliographie

1. Références générales

• ANCEY, G. (1975) "Niveaux de fonctionnement et fonctions objectif en milieu rural Africain". Note de travail n° 3, AMIRA, Paris, 33 p.

• BANQUE MONDIALE (1985) "La désertification dans les zones Sahéliennes et Soudaniennes de l'Afrique de l'ouest". Banque Mondiale, Washington, 71 p.

• BEDU, L. et al (1987) "Appui pédagogique à l'analyse du milieu rural dans une perspective de développement". Coll. Doc. Systèmes Agraires, n° 8, DSA/CIRAD, Montpellier, 191 p.

• BENOIT-CATTIN, M. et FAYE, J. (1982) "L'exploitation agricole familiale en Afrique Soudano-Sahélienne". Coll. Techniques Vivantes, ACCT, PUF, Paris, 95 p.

• BERGEZ, V. V. (1988) "Production et reproduction en agricultures Sahéliennes. Analyse historique pour une typologie fonctionnelle des situations agricoles au Sahel". DSA-CIRAD Montpellier.

• CILF (1985) "La sécheresse en zone intertropicale. Pour une lutte intégrée". Actes Coll. "Résistance à la sécheresse en milieu intertropical. Quelles recherches pour le moyen terme ?". CILF, Paris, 591 p.

• CLUB DU SAHEL-OCDE/CILSS (1987) "Le Sahel face aux futurs : domination croissante ou transformation structurelle ?". Etude prospective des pays Sahéliens 1985-2010.

• COULOMB, J., SERRER, H. et TACHER, G. (1980) "L'élevage en pays Sahéliens". Coll. Techniques Vivantes, ACCT, PUF, Paris, 192 p.

• DEAT, M. et BOCKEL, N. (1985) "Identification des situations agricoles en Afrique Sahélienne en vue d'améliorer leur adaptation à la sécheresse". R3S/CIRAD, Montpellier, 84 P. + carte.

• DOCUMENTATION FRANCAISE (1975) "La Sécheresse en zone Sahélienne. Causes, conséquences, études des mesures à prendre". Notes et Etudes Doc., n° 4216-4217, Doc. Franc., Paris, 78 p.

• DSA (1985) "Relations-agriculture-élevage". Actes du IIe séminaire du Dép. Systèmes Agraires du CIRAD Montpellier 10-13 septembre 1985". Coll. Doc. Syst. Ag., n° 4, DSA/CIRAD, Montpellier, 331 p.

• FOREST, F. (1982) "Evolution de la pluviométrie en zone Soudano-Sahélienne au cours de la période 1940-1979. Conséquences sur le bilan hydrique des cultures pluviales au Sénégal". Agron. Trop., n° 37-1, pp 17-23.

• GALLAIS, J. et al (1977) "Stratégies agricoles et pastorales des Sahéliens durant la sécheresse 1969-1974". Trav. et Doc. de Géog. Trop., n° 30, CEGET, Bordeaux, 281 p.

• GASTELLU, J. M. (1978) "Mais où sont donc ces unités économiques que nos amis cherchent tant en Afrique ?". Note de travail, n° 26, AMIRA, Paris, 24 p.

• GIRI, J. (1983) "Le Sahel demain : renaissance ou catastrophe" KARTHALA.

• GRIFFON, M. (1989) "Les politiques agricoles en Afrique de l'ouest. Eléments d'analyse et de prospective". 20 p. CIRAD Paris.

• JOUVE, P. (1986) "Approche systémique et recherche développement en agriculture. Quelques définitions et commentaires". Comm. Sém. Nation. sur la liaison Rech. Dév., Bamako.

• JOUVE, P. (1986, b) "Quelques principes de construction de typologies d'exploitations agricoles suivant différentes situations agraires". Coll. Rech. Dév., n° 11, pp 48-56.

• PALLIER, G. (1984) "Les sociétés agricoles traditionnelles et leur rapport avec l'espace dans les savanes de l'Afrique de l'ouest". In : "Paysages agraires et sociétés", Dossier des images économiques du monde, n° 6-7, SEDES/COU, Paris, pp 61-87.

• PELISSIER, D. (1966) "Les paysans du Sénégal".

• PIERI, C. (1989) "Fertilité des terres de savanes". Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara". Mini. coop. CIRAD 444 p.

• REBOUL, C. (1976) "Causes économiques de la sécheresse au Sénégal. Systèmes de culture et calamités "naturelles"". Bull. Inf . Dép. Econ . et Soc . rurales, n° 2, pp 59-93.

• REYNIERS, F.Y., FOREST, F. (1988) "Améliorer l'alimentation hydrique et son efficience en agriculture pluviale en Afrique au sud du Sahara". Com. séminaire ILRI-CTA. HARARE-CIRAD/IRAT.

2. Références régionales spécifiques

A) PAYS SERER

• BULTEAU, P. (1984) "Bilan de la recherche agronomique au Siné Saloum". Doc. Travail, CIRAD, Montpellier, 48 p.

• CHARREAU, C. (1961) "Dynamique de l'eau dans deux sols du Sénégal". Agron. Trop., Vol 16, n° 5, pp 504-561.

• CHARREAU, C. et NICOU, R. (1971) "L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et argilo-sableux de la zone tropicale sèche ouest Africaine et ses incidences agronomiques". Agron. Trop., vol. 36, n° 2, pp 209-255.

• FUNEL, J.M. (1979) "Espace physique et développement rural en Afrique Soudano-Sahélienne. Quelques variations sur ce thème". In "Maîtrise de l'espace agraire et développement en Afrique tropicale". Actes Coll. Ouagadougou, Mém. ORSTOM n° 19, ORSTOM, Paris, pp 229-238.

• GARIN, P. (1989) "Evolution des pratiques agricoles depuis 20 ans et leur adaptation à la sécheresse dans un village du Siné au Sénégal". DSA/ISRA 105 p. + annexes.

• GASTELLU, J.M. (1981) "L'égalitarisme économique des Sérers au Sénégal". Trav. et Doc. ORSTOM n° 128, ORSTOM, Paris, 808 p.

• ICRA (1981) "Le système de production en pays Sérer au Sénégal". ICRA, Wageningen, 87 p.

• LERICOLLAIS, A. (1972) "Sob, étude géographique d'un terroir Sérer (Sénégal)" Mouton, Paris, 110 p.

• LERICOLLAIS, A. Coord. (1987) "Analyse du changement dans les systèmes agraires Sérers au Sénégal" . Bilan et perspectives des recherches . Doc. d'étape ORSTOM, Montpellier, 41 p .

• LHOSTE, P. (1986) "L'association agriculture-élevage-évolution ou systèmes agropastoral au Siné-Saloum (Sénégal). Th. Doct. Ing. SNA Paris Grignon, Montpellier. CECSA (INRA-CIRAD).

B) GUIDIMAKA

• BRADLEY, P. , RAYNAUT, C. et TORREALBA, J. (1977) "Le Guidimaka Mauritanien, diagnostic et propositions d'action" . War on Wont, Londres, 156 p.

• CHASTANET, M. (1984) "Cultures et outils agricoles en pays Soninke (Gujoame et Guidimaka)". Cah. ORSTOM, Sci. Hum., Vol 20, n° 3-4, pp 453-459.

• FRANKENBERGER, T.R. et al (1984) "Recherche sur les systèmes de production rurale dans la vallée du Fleuve Sénégal. Une mission de prospection en saison sèche des régions du Guidimaka, Gorgol, Brakne et Trarza". College of Agriculture, Univ. Arizona, Tueson, 120 p.

• HERVOUET, J.P. (1977) "Stratégies d'adaptation différenciées à une crise climatique. L'exemple des éleveurs-agriculteurs du centre-sud Mauritanien 1969-1974". Trav. et Doc. de Géog. Trop., n° 30, CEGET, Bordeaux, pp 63-84.

• RAYNAUT, C. (1983) "La crise des systèmes de production agro-pastoral au Niger et en Mauritanie". In "Milieu naturel, techniques, rapports sociaux" Coll. Assoc. Franç. des Anthrop., CNRS, Paris, pp 79-98.

• WEIGEL, J.Y. (1982) "Migration et production domestique des Soninke au Sénégal". Trav. et Doc. ORSTOM n° 146, ORSTOM, Paris, 133 p.

C) KITA

• BROUWERS, M. et RAUNET, M. (1976) "Etude morphopédologique du plateau Mandingue (Cercle de Kita et région de Faladie) au 1/200.000 en vue de son développement agricole. IRAT/CIRAD, Montpellier, 79 p. + annexes.

• DUREAU, D. (1983) "Enquêtes et projet de développement dans le cadre de l'ODIPAC. République du Mali" Mém. ESAT. CNEARC Montpellier, 71 p. + annexes.

• IER (1976) "Résultats d'une enquête descriptive de la zone d'intervention de l'OACV en 1976" Inst. Econ. Rurale, Bamako, 52 p. + annexes.

• IER (1977, a) "Résultats partiels de l'enquête suivi d'exploitation" OACV 1976/77.

• IER (1977, b) "Analyse des exploitations agricoles de l'OACV effectuée à partir de l'enquête descriptive de 1976" Inst. Econ. Rurale, Bamako, 37 p. + annexes.

• PICARD, F. (1986) "Approche de l'analyse du milieu rural du cercle de Kita, République du Mali". Mém. ESAT, CNEARC, Montpellier, 105 p.

• RAOULT, B. (1971) "Etude d'un terroir Malinke" Mém. CEAT, CNEARC, Montpellier, 108 p.

D) YATENGA

• BOULET, R. (1968) "Etude pédologique de la Haute-Volta : région centre-nord" ORSTOM, Dakar, 351 p.

• DUGUE, M.J. (1986, a) "Fonctionnement des systèmes de production et utilisation de l'espace dans un village du Yatenga. Boukéré (Burkina Faso)". Coll. Doc. Syst. Agr n° 1. DSA/CIRAD, Montpellier, 55 p. + annexes.

• DUGUE, M.J. (1986) "Variabilité régionale des systèmes agraires au Yatenga. Conséquences pour le développement". DSA/CIRAD, Montpellier, 54 p.

• DUGUE, M.J. (1987) "Dynamique des systèmes agraires au Yatenga (Burkina Faso). Analyse de leur évolution récente et conséquences pour l'avenir". DSA/CIRAD, Montpellier, 12 p.

• DUGUE, P. (1985) "L'utilisation des résidus de récolte dans un système agropastoral Sahélo-Soudanien au Yatenga (Burkina Faso)" Cah. Rech. Dév., n° 7, pp 28-37.

• DUGUE, P. (1989) "Possibilités et limites de l'intensification des systèmes de culture vivrière en zone Soudano-Sahélienne". Le cas du Yatenga (Burkina Faso). Collection D.S.A. n° 9267 p. + annexes. CIRAD Montpellier.

• MARCHAL, J.Y. (1983) "Yatenga, nord Haute-Volta : la dynamique d'un espace rural Soudano-Sahélien". Trav. et Doc. ORSTOM, n° 167, ORSTOM, Paris, 873 p. + cartes

• MARCHAL, J.Y. (1985) "La déroute d'un système vivrier au Burkina, agriculture extensive et baisse de production". Et. Rurales, 99-100, pp 265-280.

• de MILLY, H. (1983) "Stratégies paysannes en matière d'implantation et d'entretien des cultures dans 4 exploitations de Sabouna, village du Yatenga". Mém. DAA, CNEARC, Montpellier, 114 p. + annexes.

• SERPENTIER, G., MERSADIER, G., TELENAS DU MONTCEL, L., MERSADIER,V. (1987) "Transformations d'un système agropastoral Soudano-Sahélien". Bidi, Nord Yatenga, Burkina Faso. ORSTOM 19 p.

• THURIET, T. (1984) "Contribution à l'identification des systèmes d'élevage dans le Yatenga, province du Burkina Faso : cas du village de Sabouna". Mém. ESAT, CNEARC, Montpellier, 132 p.

E) OUDALAN

• BARRAL, H. (1977) "Les populations nomades de l'Oudalan et leur espace pastoral". Trav. et Doc. ORSTOM, n° 77, ORSTOM, Paris, 120 p.

• BOULET, R. (1968) "Etude pédologique de la Haute-Volta. Région : centre-nord". ORSTOM, Dakar, 351 p.

• MILLEVILLE, P. (1980) "Etude d'un système de production agropastoral Sahélien de Haute-Volta. I Systèmes de culture". ACC "Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Haute-Volta)". ORSTOM, Ouagadougou, 66 p.

• MILLEVILLE, P. (1985) "Sécheresse et évolution des systèmes agraires Sahéliens : le cas de l'Oudalan (nord du Burkina Faso)". Cah. Rech. Dév., n° 6 pp 11-13.

• QUILFEN, J.P. et MILLEVILLE, P. (1983) "Résidus de récolte et fumure animale : un aspect des relations agriculture-élevage dans le nord de la Haute-Volta". Agron. Trop., Vol. 38, n° 3, pp 206-212.

• RONDOT, P. (1985) "Agriculture et élevage dans le Sahel Burkinabe : complémentarité ou concurrence ?". In : "Relations agriculture/élevage : Actes du IIe séminaire du Dép. Systèmes Agraires" Coll. Doc. Systèmes Agraires, n° 4.DSA/CIRAD, Montpellier, pp131-135.

F) MARADI

• DAVID, D. (1985) "Etude des systèmes d'élevage et de l'association agriculture-élevage dans cinq villages du sud du département de Maradi". Mém. ESAT, CNEARC, Montpellier, 149 p + annexes.

• PARE, J. (1979) "Unité écologique expérimentale de Maradi (Niger). Essai de synthèse". A.C.C. Lutte contre l'aridité. DGRST. Paris, 217 p.

• RAYNAUT, C. (1980) "Recherches multidisciplinaires sur la région de Maradi. Rapport de synthèse" Univ. Bordeaux II, DGRST/LAT, 80 p.

• GREGOIRE, E. et RAYNAUT, C. (1980) "Présentation générale du département de Maradi" Univ. Bordeaux II, 205 p.

• KOECHLIN, J. (1980) "Rapport d'étude sur le milieu naturel et les systèmes de production". Univ. Bordeaux II, DGRST/LAT, 94 p.

• BRASSET, P., KOECHLIN, J., RAYNAUT, C. (1984) "Rapport de mission socio-géographique, proposition pour un zonage agro-écologique du département de Maradi". PDRM-Univ. de Bordeaux II.

• JOUVE, P. (1984) "Typologie des agrosystèmes villageois du département de Maradi. Propositions pour un programme de recherche/développement". Coll. Doc. systèmes agraires, n° 3, DSA/CIRAD, Montpellier, 80 p.

• JOUVE, P. et DAVID, D. (1985) "Diversité spatiale et évolution des modes d'association de l'agriculture et de l'élevage dans la région de Maradi au Niger (zone Sahélienne)". Cah. Rech. Dév., n° 7, pp 54-64.

• LE GAL, P.Y. (1986 a) "Les exploitations agricoles au sud du département de Maradi. Structure et fonctionnement. Propositions pour une typologie". Proj. Dév. Rural Maradi, 85 p. + annexes.

• LE GAL, P.Y. (1986 b) "Les systèmes de culture au sud du département de Maradi. Analyse des pratiques culturales et de leur influence sur les rendements. Synthèse". Prog. Dév. Rural, Maradi.

• LE GAL, P.Y. (1987) "L'agriculture Sahélo-Soudanienne face à la sécheresse : l'exemple de la région de Maradi (Niger)". Cah. Rech. Dév. n° 16, pp 42-50.

• ROESCH, M. (1984) "Des exploitants agricoles face au commerce privé et à un projet de développement rural". Mém. DEA ,Univ. Montpellier I, 98 p.

• DOUMOURO, J.P. (1987) "Etude de la variabilité du rendement du mil dans la région de Maradi (Niger)". Mém. ESAT, CNEARC.

SECHERESSE

Synthèse
Sécheresse 1991 ; 2 : 61-69

Sécheresse au Sahel et stratégies paysannes

Pour faire face aux conséquences des aléas climatiques, les agriculteurs ont depuis longtemps suivi des pratiques d'adaptation très diversifiées. L'accentuation de la sécheresse a plutôt renforcé cette conduite et stimulé la recherche de nouveaux comportements.

PHILIPPE JOUVE

CNEARC/CIRAD
Domaine de Lavalette, BP 5098
Avenue du Val de Montferrand
34033 Montpellier Cedex, France.

Les sécheresses successives qui ont frappé le Sahel au cours de la période récente (1968-1985) ont focalisé l'attention sur cette région. Les médias, en particulier, ont joué un rôle important dans la prise de conscience par l'opinion publique internationale des situations dramatiques entraînées par ces sécheresses au point, que, comme le note fort justement Michel Baumer, *« le mot Sahel est devenu pour beaucoup symbole de misère, de détresse, d'une lutte désespérée pour la survie dans un environnement peu hospitalier »*.

Or cette présentation privilégiant les situations catastrophiques et décrivant sous un jour particulièrement sombre l'avenir de la région afin de susciter émotions et réactions souvent passagères, ne nous semble pas donner une image exacte du Sahel *(figure 1)* et de son avenir.

En effet, au-delà des stéréotypes, cette région est plus complexe et diversifiée qu'il n'y paraît et les capacités des populations qui y vivent, à surmonter les problèmes engendrés par la sécheresse sont plus importantes qu'on ne le croit, c'est ce que nous voudrions montrer ici.

Pour ce faire, nous nous appuierons sur les résultats d'une étude comparée de l'évolution des systèmes de production sahéliens et de leur adaptation à la sécheresse [1] intéressant six régions du Sahel : Pays Sérer au Sénégal, Guidimaka en Mauritanie, région de Kita au Mali, Yatenga et Oudalan au Burkina-Faso et departement de Maradi au Niger *(figure 2)*.

L'étude de la sécheresse et de ses effets peut être abordée de différents points de vue ; celui que nous avons choisi consiste à analyser les transformations délibérées ou non que la sécheresse entraîne dans les pratiques et comportements des agriculteurs concernant la conduite de leurs cultures et de leurs troupeaux, la mobilisation de leurs moyens de production et d'une façon plus générale les modes d'exploitation de leur milieu.

Il est clair, cependant que la sécheresse n'est pas le seul facteur d'évolution des systèmes de production sahéliens. D'autres facteurs sont intervenus dans cette évolution, que ce soit la croissance démographique, la monétarisation des échanges, l'extension de l'économie marchande ou les vicissitudes des politiques agricoles. C'est pourquoi, plutôt que d'isoler les effets de la sécheresse, nous nous efforcerons d'en montrer les interactions avec ceux des autres facteurs d'évolution mentionnés précédemment.

Mais avant d'aborder ces évolutions et les stratégies d'adaptation qui les sous-tendent, il nous paraît utile de rappeler brièvement les traits généraux des sécheresses qu'ont subies les zones sahéliennes au cours des deux dernières décennies.



Photo 1. *Semis direct du mil sans préparation du sol : pratique d'adaptation au raccourcissement de la période pluvieuse.* (cliché M. David).

Quelques caractères originaux de la sécheresse au Sahel

Une des caractéristiques de base de la pluviosité des régions sahéliennes soulignée par de nombreux auteurs ([2], Bradley, Koechlin) est la forte variabilité aussi bien de la pluviométrie annuelle que de la distribution des pluies durant la saison humide ou de leur répartition spatiale. Ainsi des différences de 30 à 40 % des précipitations annuelles ont été enregistrées dans la région de Maradi, dans le Guidimaka et au Yatenga, sur de très courtes distances, voire à l'intérieur d'un même territoire villageois.

Cette double variabilité spatio-temporelle des précipitations doit donc être considérée comme la situation normale au Sahel, d'ailleurs un certain nombre de pratiques anti-aléatoires caractérisant les systèmes traditionnels de production montrent que cette variabilité est bien connue des agriculteurs.

Dans ces conditions que signifie la notion de sécheresse et qu'est-ce qui caractérise les sécheresses de la période récente ?

La sécheresse peut être définie de deux manières : soit comme le constat d'un

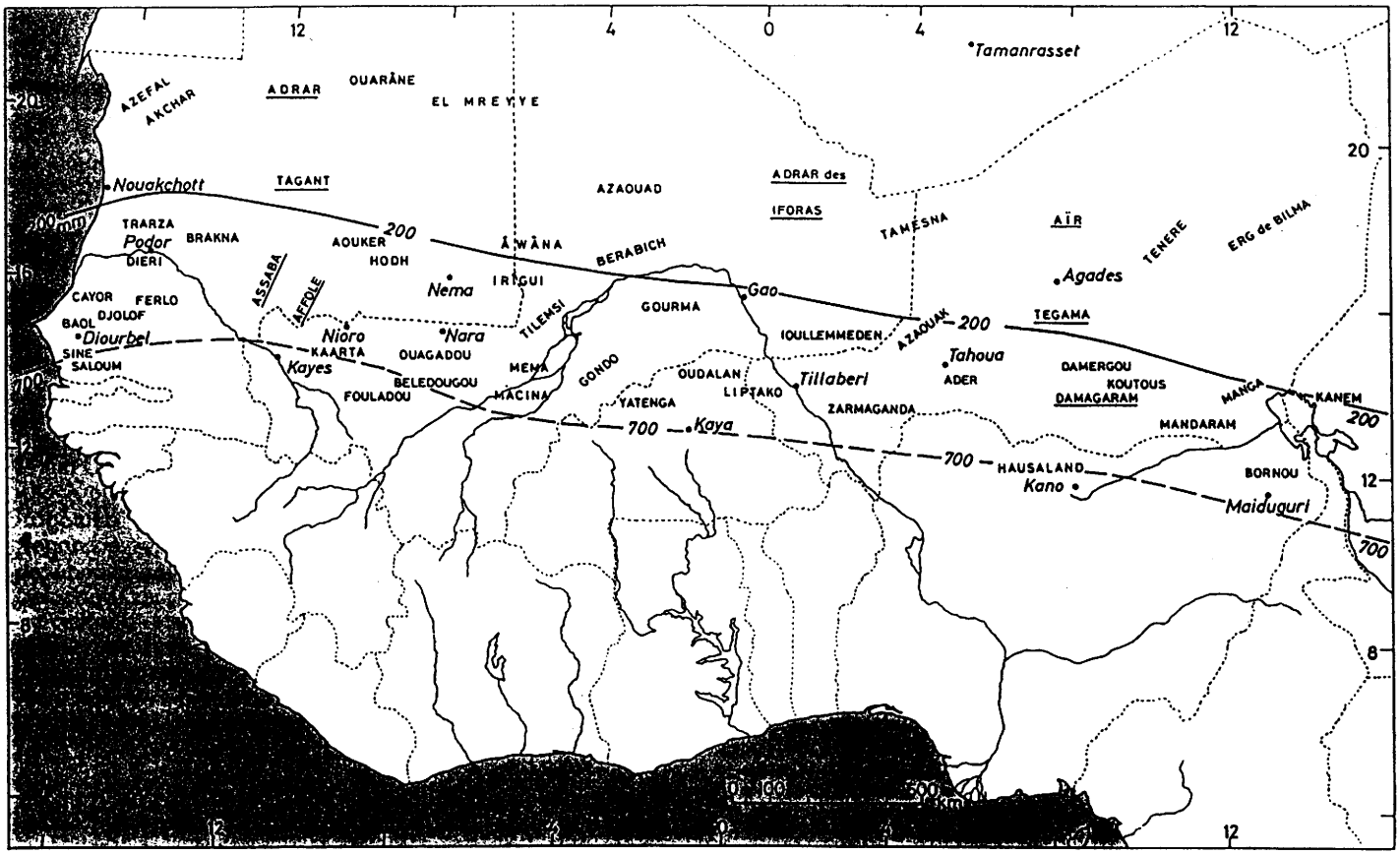


Figure 1. *Le domaine sahélien : localisation des régions du Sahel et du Sahara méridional.* (D'après Marie-Françoise Courel).

manque d'eau en valeur absolue (la sécheresse du sol), soit comme la diminution des ressources en eau par rapport à celles normalement disponibles, entraînant des perturbations dans le fonctionnement du milieu naturel, biologique et humain. Il va de soi que c'est la deuxième acception que nous retiendrons ici. En effet, c'est la baisse relative des précipitations, quel qu'en soit le niveau moyen, qui va entraîner des changements dans l'exploitation du milieu. Cela permet de considérer les effets de la sécheresse aussi bien dans des régions très arides comme Gao disposant de moins de 300 mm de pluie, que dans des zones plus humides comme la Casamance bénéficiant de plus d'un mètre de pluie par an mais où la baisse relative des précicitations a provoqué des modifications sensibles des systèmes de production par l'accroissement de la salinité de l'eau dans les bolons entraînant un recul de la riziculture au profit de l'extension des cultures pluviales de plateau.

Un autre élément à prendre en considération dans la caractérisation de la sécheresse, est la succession de plusieurs années sèches qui mettent en défaut les mécanismes de défense anti-aléatoires des systèmes traditionnels de production (stockage des grains, décapitalisation...).

Si l'on considère ces différentes caractéristiques, il est manifeste que les vingt dernières années au Sahel ont été marquées par de fortes sécheresses. Dans le passé, la région avait déjà connu des périodes particulièrement sèches (1880, 1912-1914, 1940-1944) mais la période récente se singularise par une longue succession d'années sèches qui a entraîné une baisse sensible de la pluviométrie moyenne sur la période 1972-1984.

Par rapport à la période précédente, le déficit pluviométrique moyen varie suivant les régions de 16 % (Oudalan) à 35 % (Pays Sérer) ce qui correspond à une baisse des précipitations annuelles de 90 à 280 mm. Une telle modification des précipitations est d'autant plus préjudiciable que leur niveau moyen est faible ce qui explique que les zones pastorales subsahariennes aient été plus affectées que les zones plus méridionales.

Si l'on analyse un peu plus en détail la répartition des années sèches au cours de la période récente, on s'aperçoit que la sécheresse s'y est manifestée de façon relativement différente suivant les régions. Schématiquement on a trois types de situations :

— Des régions ayant connu deux grandes périodes sèches 1972-1973 et 1982-1984 (Maradi, Yatenga) séparées par des années plus « normales ».

— Des régions où ont alterné années sèches et années à pluviométrie normale (Oudalan).

— Enfin des régions où la baisse pluviométrique a été relativement continue sur la période (pays Sérer, Guidimaka).

Ces résultats confirment la variabilité spatiale des précipitations au Sahel et remettent en cause les analyses globales de *« la sécheresse »* au Sahel. En fait, il serait plus juste de parler de *« sécheresses »* dans la mesure où, suivant leur configuration, leurs conséquences et les stratégies d'adaptation des agriculteurs seront différentes.

Enfin, dès lors que l'on aborde le sujet de la baisse de la pluviométrie au Sahel, on ne peut s'empêcher de s'interroger sur le caractère conjoncturel du phénomène. S'agit-il d'un phénomène durable ou passager ? Peut-on déceler des cycles d'années sèches permettant un minimum de prospective ?

Ces questions ont suscité de nombreuses études de la part des climatologues [3]. Il ressort de ces études que l'échelle de temps concernée (2 décennies) nous interdit toute assimilation avec les changements climatiques constatés dans le passé à l'échelle historique ou géologique. Par ailleurs, aucune périodicité de périodes sèches n'a pu être mise en évidence au-delà de situations locales dont l'occurrence peut être fortuite. Enfin, l'hypothèse de causes anthropiques (déforestation) pouvant expliquer l'altération du climat d'Afrique de l'Ouest sans être certaine est retenue par de nombreux scientifiques. Mais il faut se rappeler que la période 1950-1968, à l'inverse de la suivante, a été marquée par des précipitations annuelles plus régulières et plus élevées que la normale et que le phénomène n'a pas été expliqué.

Aussi, dans l'état actuel des connaissances, faut-il considérer ce type d'oscillation climatique comme une donnée du milieu sahélien avec lequel il faut composer et ne pas désespérer d'un retour à des précipitations plus normales comme cela a été le cas en 1985 et 1986 dans la majeure partie de la région, les problèmes d'excédents prenant alors le relais de ceux posés par les déficits vivriers antérieurs.



Photo 2. *Troupeaux* « bororo » *destinés à la vente au Nigéria suite à la sécheresse de 1984.* (cliché Philippe Jouve).

Références

1. Boulier F, Jouve P. « Evolution des systèmes de production sahéliens et leur adaptation à la sécheresse ». R3S-CILSS-CIRAD/DSA Montpellier, 1990, 143 p.

2. Forest F. « Évolution de la pluviométrie en zone soudano-sahélienne au cours de la période 1940-1979 ». *Rev Agro Trop* XXXV-1 : 10-23.

3. Dubigeon B. « Sur une question controversée, la périodicité des sécheresses sahéliennes ». *Cah Géo de Rouen*, 1987, 28 : 5-16.

4. Milleville P. « Sécheresse et évolution des systèmes agraires sahéliens : le cas de l'Oudalan (nord du Burkina-Faso) ». *Cah Rech Dév* 1985 ; 6 : 11-13.

5. Pellissier P. « Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. » Saint-Yriex, Fabrègue, 1966, 974 p.

6. Dugue P. « Possibilités et limites de l'intensification des systèmes de cultures vivriers en zone soudano-sahélienne. Le cas du Yatenga (Burkina-Faso). » Collection Documents systèmes agraires n° 9, DSA/CIRAD Montpellier, 1989, 267 p + annexes.

7. Coll « Désertification in the sahelien and sudanian zones of west Africa ». The World Bank. Washington DC, USA 1985 ; 71 p.

8. Jamin PY, Tourand JF. « Évolution de l'agriculture et de l'élevage dans une zone de grands aménagements : le delta du fleuve Sénégal ». *Cah Rech Dév*, 1986 ; 12 : 21-34.

9. Garin P, Lericollais A. « Évolution des pratiques agricoles depuis 20 ans et leur adaptation à la sécheresse dans un village du SINE ». Doc Ronéo DSA/ORSTOM, 110 p.

10. Jouve P, David D. « Diversité spatiale et évolution des modes d'association de l'agriculture et de l'élevage dans la région de Maradi au Niger ». *Cah Rech Dev*, 1985 ; 7 : 54-64.

11. Marty A. « Stratégies pastorales et logique d'intervention face à la sécheresse Nord-Est du Mali. » 1972-1985,. Doc Ronéo IRAM, Paris, 1986, 14 p.

12. Le Gal PY. « L'agriculture sahélo-soudanienne face à la sécheresse. L'exemple de la région de Maradi (Niger). » *Cah Rech Dév*, 1987 ; 16 : 42-50.

13. Warren A, Clive A. « Une analyse de la désertification et dégradation des terres en zones arides et semi-arides. » IIED 1988 ; Doc n° 2, 28 p.

14. Rochette RM. « Le Sahel en lutte contre la diversification-leçons d'expériences ». GTZ-CILSS-PAC, 1989.

Évolutions majeures et mécanismes d'adaptation des systèmes de production sahéliens

Les agriculteurs du Sahel ont depuis longtemps adopté des pratiques antialéatoires en vue d'adapter leurs systèmes de production aux aléas climatiques qui, comme nous venons de le voir, caractérisent le climat sahélien [4]. En accentuant ces aléas, la sécheresse a, soit renforcé ces pratiques, soit induit de nouveaux comportements et de nouvelles stratégies.

Simplification des systèmes de culture

Celle-ci constitue une des premières manifestations des effets de la sécheresse qui se concrétise tout d'abord par une réduction de la gamme des cultures. On note en particulier un abandon ou un recul des légumineuses et d'une façon plus générale des cultures traditionnelles de rente au profit des céréales (mil, sorgho). De ce fait, celles-ci sont amenées à avoir une double fonction : cultures vivrières et cultures de vente, leur rareté favorisant un prix de commercialisation relativement élevé *(Photo 1)*.

Le recul de l'arachide a été particulièrement spectaculaire dans des régions de production traditionnelle comme Maradi ou le Yatenga. Mais la baisse de la pluviométrie n'est pas seule en cause, les changements de politique et la dégradation des conditions de commercialisation se sont conjugués à la sécheresse pour provoquer ce recul, ramenant l'arachide au rang de simple culture vivrière...

Cette simplification de l'assolement s'est faite par étape, avec disparition tout d'abord des cultures de type soudanien telles que le riz de bas-fond, le manioc, le gombo ou le maïs puis substitution progressive de l'arachide par des légumineuses plus adaptées à la sécheresse comme le niébé et enfin quasi monoculture de céréales, comme on le note au Guidimaka ou dans l'Oudalan.

Au Pays Sérer, cet appauvrissement de la gamme des spéculations joint à la régression de la jachère par suite de l'accroissement de la pression foncière, a entraîné la disparition de la fameuse rotation triennale (mil tardif/arachide/jachère) longtemps présentée comme le symbole d'une exploitation équilibrée du sol [5].

Parallèlement à cette réduction de la diversité des cultures s'est produite, presque partout, une simplification des façons culturales. Cela commence par l'abandon des préparations du sol là où elles étaient faites, on note ensuite une réduction très nette des intrants et en particulier des fertilisants minéraux et organiques ; la diminution des façons d'entretien et en particulier des sarclages est fréquente mais pas générale, nous y reviendrons.

Ces changements culturaux peuvent être interprétés comme le choix par les paysans d'une stratégie d'extensification. Toutefois un tel choix résulte tout autant de décisions délibérées que de contraintes subies, pour s'adapter à une situation où les effets de la sécheresse se combinent à ceux d'autres facteurs d'évolution des systèmes de production et en particulier la baisse relative des prix de l'arachide. Ainsi l'abandon du labour quand il a lieu s'explique en grande partie par la faiblesse des attelages en fin de saison sèche ou leur liquidation afin de se procurer des revenus monétaires. Mais cette pratique traduit aussi le choix qui est fait par l'agriculteur de faire l'impasse sur la préparation du sol afin d'installer le plus vite possible ses cultures et adapter ainsi leur cycle au raccourcissement de la période pluvieuse induite par la sécheresse [6].

De la même façon, la moindre utilisation des engrais est trop souvent justifiée par l'effet nocif qu'ils auraient sur les cultures en situation de déficit hydrique ; ce qui est loin d'être général. Cette régression s'explique plutôt par leur renchérissement ou leur manque de disponibilité par suite des changements de politique agricole supprimant les subventions aux intrants et réduisant les prestations de service fournies par les organismes publics.

Cet appauvrissement des spéculations et des techniques renforce le caractère minier de l'exploitation agricole du milieu. Cette évolution trouve sa manifestation ultime dans la réactivation des pratiques de cueillette de végétaux spontanés comme cela a été constaté dans l'Oudalan [4].

Extensification ou intensification : le poids du milieu physique

Mais l'extensif n'est pas le seul choix qu'ont fait les communautés paysannes pour s'adapter à la sécheresse. Dans un certain nombre de situations elles ont au contraire opté pour l'intensif. C'est le cas en particulier lorsqu'il existe des possibilités de mise en valeur de terres de bas-fonds (Maradi) ou lorsque le modelé des terrains de culture correspond à une toposéquence de sol permettant par ruissellement une concentration des pluies sur les bas de pente et les dépressions (Yatenga, Guidimaka).

Dans le premier cas, l'intensification se fera surtout par des cultures de contre-saison. C'est cette option qui a été adoptée à l'échelle nationale par le Gouvernement du Niger pour faire face à la sécheresse de 1982-1984. Elle a donné lieu à une mobilisation considérable mais il est apparu que son impact, sans être négligeable, était moins grand que celui espéré du fait de l'extension limitée des bas-fonds, de la connaissance insuffisante

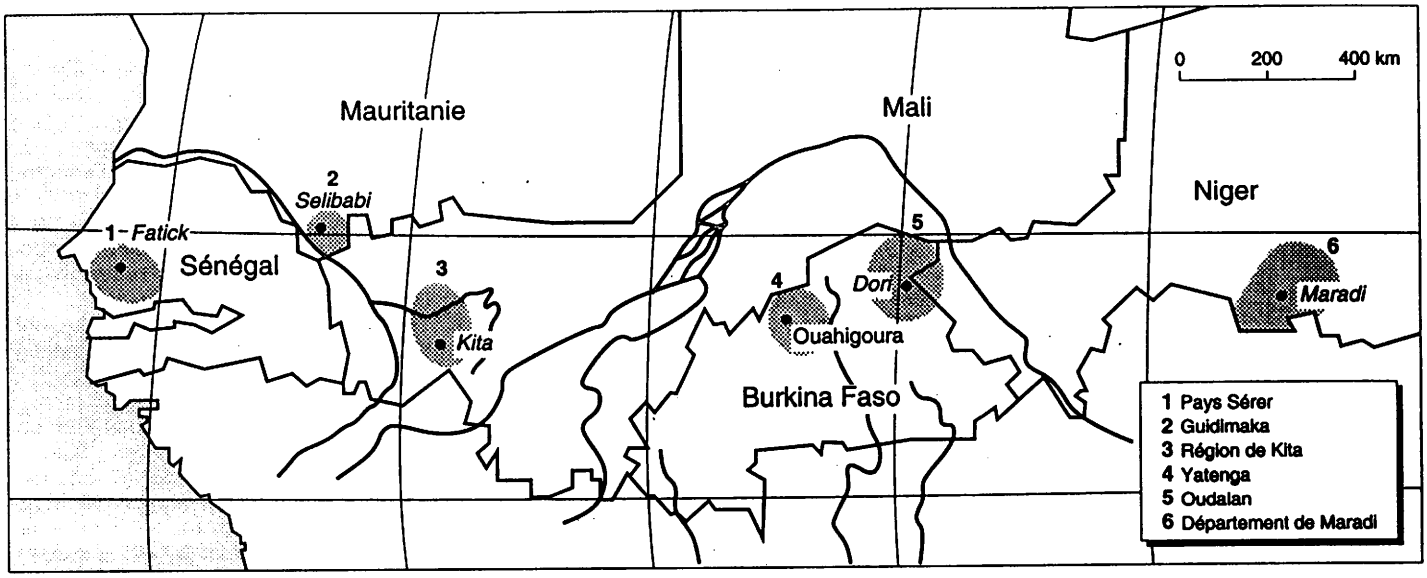


Figure 2. *Situation des régions de référence.*

de leur hydrologie et des difficultés pour pomper l'eau.

Dans le deuxième type de situation, caractérisé par l'existence de toposéquences, ce sont les cultures d'impluviums qui témoignent du choix de l'intensif fait par les agriculteurs. Cela a induit des changements dans les zones préférentiellement cultivées et par voie de conséquence dans la proportion des espèces cultivées. C'est ce qui explique par exemple l'extension du sorgho au détriment du mil au Yatenga.

On voit donc que la géomorphologie, c'est-à-dire les formes du relief, influe fortement sur les stratégies de culture adoptées par les agriculteurs face à la sécheresse.

Dans les régions au modelé relativement plat et homogène, le choix de l'extensif a tendance à prédominer chaque fois que le taux d'occupation du sol n'est pas trop élevé (< 40 hab/km²). Par contre, dans les régions présentant des toposéquences où se succèdent des zones de plateaux plus ou moins cuirassés, des glacis et des piémonts de fertilité variable avec la pente, et des bas-fonds hydromorphes, on note des stratégies d'intensification sur une partie limitée du territoire, là où peuvent se concentrer les eaux de pluie.

Parmi les régions étudiées, Maradi correspond au premier type de situation tandis que l'Oudalan, le Yatenga, Kita sont incontestablement du deuxième type, le Guidimaka combinant les deux situations.

Si l'on devait étendre cette distinction à l'échelle du Sahel tout entier, la nature des terrains, leur modelé ainsi que le taux d'occupation du sol constitueraient de bons indicateurs pour prévoir les stratégies de culture dominantes que sont susceptibles d'adopter les communautés rurales vis-à-vis de la sécheresse [7].

Il faut cependant se garder de considérer ces stratégies comme systématiquement exclusives l'une de l'autre. A y regarder de près, on s'aperçoit que dans bien des situations, extensif et intensif coexistent. C'est le cas dans les plaines et plateaux au relief faiblement ondulé comme à Maradi où localement peuvent se rencontrer des bas-fonds permettant des cultures de contre-saison venant complémenter les cultures d'hivernage conduites plus extensivement. C'est le cas également de toutes les régions limitrophes des grands fleuves sahéliens (terrasses du Niger, Vallée du Sénégal) où des systèmes traditionnels de cultures pluviales extensifs sont fréquemment associés à des cultures de décrue ou à des périmètres irrigués plus intensifs. Dans ces zones, les fluctuations de la pluviométrie annuelle et de l'intensité de l'aridité révèlent bien les stratégies alternatives des agriculteurs. En année normale, préférence sera généralement donnée aux cultures pluviales assurant une bonne productivité du travail et des ressources vivrières satisfaisantes, par contre, en année sèche l'intérêt des agriculteurs se portera vers la culture irriguée comme l'ont bien montré les études faites dans la vallée du fleuve Sénégal [8].

Par ailleurs, dans les régions au milieu relativement homogène, on note une structuration en auréoles des terroirs villageois qui traduit le fait qu'au fur et à mesure de l'éloignement des champs par rapport à la zone d'habitation, les agriculteurs adoptent des systèmes de culture de plus en plus extensifs. Dans cette situation, très fréquente au Sahel, coexistent donc des champs de case ou de première auréole bien sarclés fortement fumés et donc conduits de façon plutôt intensive et des champs d'auréoles périphériques faisant l'objet de soins culturaux beaucoup moins intensifs.

La sécheresse va rarement abolir la coexistence de ces deux modes de culture. Par contre, elle va en changer l'importance respective en réduisant l'importance de l'auréole de cultures intensives.

Enfin, le choix de l'extensif, même dans les milieux où la concentration et la mobilisation de l'eau ne sont pas possibles, comme c'est le cas en Pays Sérer, n'est pas toujours celui que font les agriculteurs. Dans cette région, grâce notamment au développement de la traction attelée équine, les agriculteurs ont pu améliorer la qualité des sarclages ainsi que le positionnement des cycles de culture par rapport à la période pluvieuse en réduisant l'étalement des semis. Ce faisant, comme l'a montré P. Garin [9], les rendements se sont améliorés durant la période de sécheresse. La réduction des ressources en eau pluviale durant cette période a pu être compensée par une meilleure valorisation de cette eau grâce aux changements techniques intervenus entre temps. Ce cas

montre d'une part, les limites d'une corrélation simple entre pluviométrie et rendement, d'autre part contredit les affirmations systématiques d'une baisse générale des rendements au cours des périodes récentes de sécheresse.

Les relations agriculture-élevage : effondrement du modèle ancien, émergence de formes nouvelles

Le quasi parallélisme des isohyètes au Sahel fait se succéder suivant un gradient Sud-Nord, d'aridité croissante, différentes zones agro-écologiques où le domaine des cultures cède progressivement la place à celui des activités pastorales.
La proximité géographique de ces deux domaines a induit des mouvements de transhumance Nord-Sud qui sont bien connus : dès le début de l'hivernage, les troupeaux montent dans le Nord pour mettre à profit les très vastes ressources pastorales générées par les pluies, ensuite, lorsque les ressources en eau et en fourrage du Nord s'épuisent, ils descendent vers le Sud exploiter les chaumes et les parcours des zones cultivées une fois faite la récolte des cultures. De ce double mouvement de transhumance sont nées des relations entre agriculture et élevage qui constituent un des fondements des systèmes agraires sahéliens.
Par ailleurs, la spécialisation ethnique des activités pastorales et agricoles a contribué à renforcer les aspects économiques et sociaux de ces relations. Celles-ci se sont concrétisées par un certain nombre de pratiques : confiage, contrat de fumure, etc. qui ont joué, jusqu'à une date récente, un rôle important dans le fonctionnement des systèmes de production sahélo-soudaniens que ce soit en matière d'épargne de capitalisation ou en ce qui concerne la gestion de la fertilité des sols [10].
Cette association entre éleveurs transhumants et agriculteurs sédentaires apparaissait si complémentaire, si adaptée à une exploitation de la diversité des ressources du milieu, que l'on pouvait la croire assurée d'une grande pérennité. La sécheresse en perturbant profondément les mécanismes de cette complémentarité, a montré qu'il n'en était rien. Le processus de désagrégation de ces relations est facile à comprendre : la baisse pluviométrique a entraîné une diminution des ressources pastorales et accentué les difficultés de leur utilisation (pénurie d'eau) ; en conséquence, les éleveurs nomades ont eu tendance à séjourner plus longtemps et plus nombreux dans les zones cultivées méridionales. Dans le même temps, les agriculteurs de ces zones, du fait de la sécheresse mais aussi de la pression foncière réduisant jachères et parcours, se sont mis à récupérer les résidus des cultures céréalières (tiges de mil et de sorgho) et même à récolter des fourrages naturels afin de nourrir leur propre élevage domestique privant les transhumants de ressources fourragères pour leurs troupeaux et de ce fait, ruinant les formes traditionnelles d'association entre éleveurs et agriculteurs.
Cette évolution permet de comprendre pourquoi ce sont les éleveurs transhumants qui ont été les plus touchés par les deux grandes périodes de sécheresse de 1972-1974 et de 1982-1984. Au cours de la première période, les éleveurs ont perdu jusqu'à 80 % de leur cheptel. Par contre, lors de la deuxième période, instruits par l'expérience, ils ont eu tendance à se défaire plus vite de leurs animaux au profit des commerçants du Sud et la mortalité du bétail fut nettement moins élevée *(Photo 2)*.
Quoi qu'il en soit, en perdant ou vendant leurs troupeaux, ils ont perdu leur moyen d'existence. Ceci explique la situation très critique d'une partie des éleveurs nomades des zones septentrionales du Sahel, qui n'ont pu survivre que grâce à l'aide alimentaire internationale. Plus au Sud, on a noté une accélération du mouvement de sédentarisation des éleveurs transhumants qui est venue renforcer la pression sur la terre [11].
Si la sécheresse a eu des conséquences particulièrement dramatiques pour les éleveurs transhumants et nomades, elle a, par contre, induit des effets qui ne sont pas tous négatifs pour les agriculteurs sédentaires notamment en ce qui concerne les relations agriculture-élevage.
Le changement de comportement qui nous paraît le plus important a été la récolte des pailles autrefois laissées sur les champs. Ces résidus de culture bien que de valeur alimentaire faible quand ils ne sont pas complémentés par des fanes d'arachide ou de niébé, ont permis aux agriculteurs sédentaires de nourrir non seulement leurs élevages de petits ruminants, mais aussi les bovins qui ne pouvaient plus être confiés aux « *Peul* » et autres éleveurs transhumants. Ainsi, la sécheresse a accentué une évolution déjà largement amorcée par le développement de la traction animale, à savoir l'intégration de l'élevage bovin dans les exploitations. On pourrait résumer un peu schématiquement ces évolutions en disant que les éleveurs sont devenus agriculteurs et les agriculteurs éleveurs.
Alors qu'auparavant les relations agriculture-élevage étaient fortes sur le plan régional et faibles à l'échelle des exploitations, avec la sécheresse, elles se sont renforcées au sein des exploitations tandis qu'elles s'altéraient au niveau de la région.
Faut-il regretter cette évolution ? Certainement, si l'on considère le potentiel de ressources fourragères qui risque d'être sous-exploité en zones pastorales. En revanche, dans la zone agricole, l'intégration de l'élevage bovin permet d'envisager un fonctionnement plus efficace des exploitations aussi bien en matière de conduite des cultures que d'entretien de la fertilité.
Ces perspectives ne doivent cependant pas masquer le fait que la sécheresse a eu aussi des effets négatifs sur l'élevage des agriculteurs sédentaires. Elle a provoqué des mortalités et une décapitalisation pour pallier le déficit vivrier. Elle a entraîné une régression de la traction attelée là où elle s'était implantée. Mais malgré ces effets néfastes, nous pensons que l'évolution générale qu'elle a induite en matière d'alimentation des animaux sédentaires et d'intégration de l'élevage peut être à terme bénéfique.

Diversification et moyens d'adaptation à la sécheresse

Comme dans la plupart des zones arides, diversification et mobilité constituent deux caractéristiques essentielles de la stratégie des agriculteurs du Sahel en vue de réduire les effets néfastes des aléas climatiques mais aussi économiques et politiques inhérents à leur région.
Les formes que peut prendre la diversification et les niveaux où elle intervient sont très divers. Dans les systèmes de production traditionnels du Sahel, la recherche de la diversité se manifeste tout d'abord dans la conduite des cultures et ceci de différentes manières parmi lesquelles on peut citer :
- Le semis en poquets du mil et du sorgho à une profondeur variable entraînant des levées échelonnées, de même que le mélange des cultivars de la même espèce au sein du même poquet ; dans les deux cas, on aboutit à un échelonnement des cycles de développement des plantes au sein de la même parcelle minimisant les conséquences d'un stress hydrique intervenant à un moment donné.
- Les associations de cultures *(Photo 3)*. Parmi les multiples raisons qui les justifient aux yeux des paysans, il y a celle de permettre des rattrapages ou des compensations d'une levée insuffisante des premiers semis (généralement le mil) par le semis ultérieur d'autres espèces (sorgho, arachide au niébé). Cette pratique entraîne également un décalage des cycles culturaux qui réduit l'impact d'une période sèche en cours d'hivernage.

Cette recherche de la diversification apparaît aussi au niveau de l'assolement. Dans de nombreuses régions du Sahel, on trouve associées, cultures intensives et extensives, cultures pluviales et irriguées, cultures d'hivernage et de contre-saison, cultures de plateaux et de bas-fonds etc. Cette diversification des modes d'exploitation du milieu n'a pas comme seul objectif de minimiser les risques climatiques, elle vise également une meilleure répartition de la force de travail et un échelonnement des ressources alimentaires et monétaires, élément essentiel d'une bonne gestion des unités de production. Un autre aspect de la diversification très caractéristique des stratégies anti-aléatoires adoptées au Sahel est l'association d'activités et donc de ressources, au premier rang desquelles, il faut placer l'association de l'agriculture et de l'élevage. Même si au Sahel, la conduite des cultures et des animaux, spécialement les bovins, a été jusqu'ici en partie dissociée, l'élevage contribue cependant à l'adaptation des systèmes de production sédentaire vis-à-vis des aléas climatiques. Celui-ci constitue en effet, une sorte de volant monétaire venant atténuer les fluctuations des vivres et des revenus induites par les sécheresses. Ce rôle met clairement en évidence que la fonction production de l'élevage vient nettement après celle de capitalisation et d'épargne. Aussi peut-on considérer la décapitalisation du cheptel à laquelle on assiste en périodes de sécheresse comme un phénomène d'ajustement, somme toute normal, compte tenu de la fonction première assignée aux animaux.



Photo 3. *Association des cultures mil-niébé au Niger pour réduire les effets de la sécheress ' en cours de cycle.* (cliché Jouve).

De même, il est très fréquent au Sahel que les activités agricoles soient associées à des activités artisanales et commerciales. En période de disette, on note une hypertrophie de ces dernières dans l'espoir, souvent vain, de combler le manque à gagner dû à la faiblesse des productions et des revenus agricoles.

Dans la même perspective, on assiste également au développement d'activités cherchant à tirer profit des ressources du milieu naturel, que ce soit par la cueillette de fruits, la pêche, la vente de bois ou la fabrication de charbon de bois. Cette exploitation souvent minière, c'est-à-dire qui ne se préoccupe pas de la reproduction de la ressource exploitée, contribue fortement à la dégradation du milieu dans de nombreuses régions du Sahel (Vallée du Fleuve Sénégal, Plateau Mossi).

Enfin, l'activité extra-agricole qui a le plus contribué jusqu'ici à la survie des sociétés rurales sahéliennes est la migration d'une partie de la force de travail. Par la migration, on rejoint le deuxième grand mécanisme d'adaptation de ces sociétés à la sécheresse, qu'est la mobilité [12].

Mais pour en terminer avec le mécanisme de diversification, nous voudrions souligner une sorte de paradoxe. Face aux aléas climatiques, les agriculteurs du Sahel ont adopté des systèmes de production privilégiant la diversité que ce soit celle du matériel végétal, des techniques ou des terroirs. Mais avec l'accentuation de ces aléas qui s'est manifestée entre 1968 et 1985, cette diversité a eu tendance à se réduire, comme le montre la simplification des itinéraires techniques et des assolements.

Cette évolution, apparemment contraire aux stratégies traditionnelles d'adaptation au milieu, peut être considérée comme le symptôme d'une situation de crise profonde des systèmes de production sahéliens.

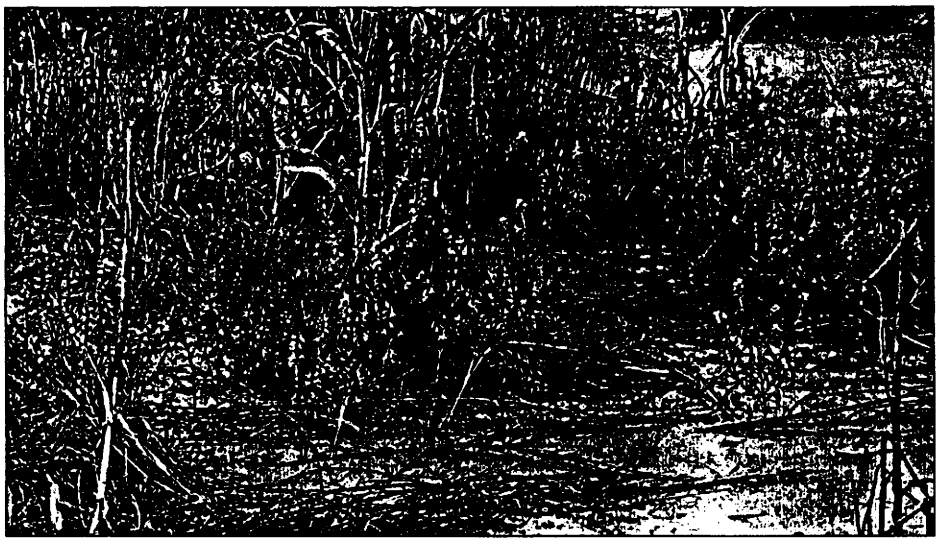


Photo 4. *Le « striga » (phanérogame parasite des cultures mil-niebé), symptôme de la baisse de fertilité des sols, forme majeure de la dégradation du milieu sahélien.* (cliché Jouve).

Adaptation par la mobilité

Si la sécheresse a réduit les possibilités et pratiques de diversification des sociétés rurales sahéliennes, elle a renforcé, par contre, le recours à la mobilité comme moyen de défense vis-à-vis de l'accentuation des aléas climatiques. Cette mobilité concerne tout à la fois les cultures, les troupeaux et les hommes.

La sécheresse, nous l'avons vu, a entraîné une délocalisation des cultures soit vers les terroirs les plus aptes à valoriser les eaux de pluie (sols sableux) soit vers les zones où peuvent s'accumuler les eaux de ruissellement (bas-fonds).

Les déplacements des troupeaux quant à eux, constituent un élément essentiel de l'adaptation de la conduite des animaux à la fluctuation des ressources en eau et en fourrages comme l'a montré P. Milleville en Oudalan (Burkina-Faso). La sécheresse accroît cette mobilité mais surtout en modifie les rythmes et les itinéraires. Ainsi, lors de la dernière période de sécheresse, on a vu des éleveurs de la région de Ban au Nord du Burkina-Faso, emmener leurs troupeaux très aux sud, dans des zones hors de leur circuit traditionnel de transhumance et dont certaines (vallée du Sourou) étaient infestées de glossines (mouche tsé-tsé).

Reste la mobilité des hommes. Au Sahel, la longue saison sèche, pendant laquelle se trouvent suspendus les travaux des champs a depuis longtemps favorisé un important flux migratoire saisonnier d'une partie de la force de travail et plus spécialement des jeunes vers les villes, les régions du sud et les pays côtiers. La sécheresse a amplifié ce mouvement et allongé les périodes de migration jusqu'à y inclure l'hivernage, c'est-à-dire la période de culture. Il en a résulté localement des pénuries de main-d'œuvre qui ont contribué à la simplification des pratiques culturales et localement à l'extension de la jachère comme on l'a noté au Yatenga.

Cette mobilité des hommes est très variable suivant les régions et les ethnies. Dans certains cas (Pays Soninké), la migration lointaine et prolongée constitue, en quelque sorte, une étape obligée dans la vie des hommes en même temps que la principale source de revenus pour les familles. Ailleurs, comme en pays Haoussa, cette migration est plus conjoncturelle et fluctue au gré des aléas climatiques.

Ce n'est que récemment que ces phénomènes migratoires, quoiqu'anciens et bien connus, ont été considérés à leur juste mesure. Pendant longtemps, on les a tenus pour des *« activités secondaires »*. Peut-être était-ce dû à la difficulté d'évaluer avec précision les ressources qui en résultaient. Toujours est-il que dans de nombreux projets et études régionales on a envisagé l'avenir des exploitations et des sociétés agraires à partir des seules ressources provenant de leurs activités agricoles, d'où les prévisions très pessimistes dont ont fait l'objet dans le passé, des régions comme le Pays Sérer ou le Yatenga. Or, dix ou vingt ans après, on constate que l'économie de ces régions ne s'est pas effondrée car, entre temps, leur espace économique s'est considérablement élargi, entraînant un accroissement des flux d'hommes, de cheptel, de marchandises et de capitaux qui a permis d'assurer leur survie.

Cela montre que *« le pire n'est jamais sûr »*, même au Sahel et que les sociétés qui s'y trouvent font preuve d'une vitalité qui leur permet de s'adapter, mieux qu'on l'aurait prévu, moins qu'il ne le faudrait, à la rigueur des temps.

Individualisation des comportements et affaiblissement des solidarités traditionnelles

L'exploitation agricole du milieu par les sociétés rurales sahéliennes présente deux grandes caractéristiques, communes d'ailleurs à une grande partie de l'Afrique Noire :

— L'appropriation collective de la terre avec, cependant, la reconnaissance d'un droit de propriété individuelle liée à l'usage des terres non concédées aux individus et aux familles par les chefs de terre.

— L'existence de groupes familiaux importants au sein desquels s'organisent, suivant des modalités variables en fonction des ethnies : les unités de résidence, de consommation et de production. Sur le plan des rapports sociaux, cette organisation traditionnelle permet aux aînés de contrôler et de disposer d'une partie du travail des jeunes et des femmes en contrepartie d'une certaine sécurité alimentaire et la segmentation de ces unités intervient d'autant plus tardivement que la solidarité du groupe familial et les contraintes de l'environnement sont fortes.

Le développement de l'économie de marché favorisée par l'extension des cultures de rente a fortement affecté ces modes d'organisation traditionnelle. En particulier, la monétarisation des échanges qui en a résulté a donné la possibilité aux dépendants des groupes familiaux de s'affranchir de la tutelle des aînés et a donc contribué fortement à l'éclatement et à la réduction des unités familiales de production.

La sécheresse est venue précipiter cette évolution dans la mesure où la sécurité alimentaire qu'offrait l'appartenance à un groupe familial élargi, n'était plus assurée. On a donc assisté à une désagrégation des structures sociales et à une individualisation des comportements, concrétisées par un renforcement des migrations vers les villes et la recherche d'activités extra-agricoles.

Dans le même temps, s'est accentuée la tendance d'une appropriation individuelle des ressources renouvelables autrefois exploitées collectivement que ce soient les parcours, les arbres ou les résidus de culture. Par voie de conséquence, on a vu s'affaiblir ou disparaître des pratiques communautaires telles que le gardiennage collectif des animaux, les mises en défens des parcours ou la vaine pâture. Cette individualisation des comportements apparaît comme une conséquence particulièrement néfaste de la sécheresse quand on considère qu'une des bases de la résistance des sociétés rurales sahéliennes aux contraintes et difficultés de leur environnement a été jusqu'ici la solidarité existant entre ses membres, la société Sérer nous en fournissant l'exemple peut-être le plus probant. Cependant, malgré l'épreuve de la sécheresse, ces relations de solidarité n'ont pas totalement disparu. Les prêts de terre, d'attelage, de semences et les dons de nourriture aux plus démunis ont continué à être pratiqués dans bien des communautés villageoises. Par ailleurs, les solidarités inter et surtout intra-ethniques n'ont jamais été aussi actives, facilitant la mobilité des hommes et des animaux. On a ainsi assisté à l'inversion du flux de colonisation qui, avant la sécheresse, avait conduit à la mise en culture des terres marginales du Nord. Désormais, la colonisation intéresse essentiellement les terres du Sud encore peu peuplées et en particulier celles qui ont été libérées de l'onchocercose.

L'individualisation des comportements jointe à l'exploitation minière des ressources naturelles dont on a déjà parlé, constitue une menace grave pour l'environnement. Tout d'abord parce que la prédation sans contrôle de ces ressources ne peut conduire qu'à leur dégradation [13]. Ensuite parce que la restauration des ressources naturelles et leur gestion raisonnée ne peuvent s'effectuer qu'à partir d'un minimum d'organisation collective.

Aussi, il paraît indispensable de faire en sorte que les solidarités traditionnelles puissent retrouver leur rôle et leur fonction mais l'évolution de la situation et la gravité des problèmes à résoudre nécessitent de mettre en place de nouvelles organisations permettant la mobilisation et la responsabilisation des populations dans la gestion de ressources naturelles devenues plus rares donc plus vulnérables [14]. C'est dans cette direction que semblent heureusement s'orienter les nouvelles politiques de développement au Sahel.

Conclusion

Les réactions des paysans sahéliens à la sécheresse ne sont pas simples et uniformes, elles peuvent même apparaître comme contradictoires quand on voit coexister stratégies de culture extensive et intensive, sédentarisation du bétail et migrations lointaines, simplification des systèmes de culture et diversification des activités, etc.

Cette diversité de comportements ou de stratégie (quand il s'agit de choix délibérés, ce qui n'est pas toujours le cas), ne fait que refléter la diversité des milieux physiques ainsi que celle des organisations sociales. Les contradictions quant à elles, semblent être plutôt le signe de situations de crise où les mécanismes traditionnels d'adaptation aux aléas ne sont plus opérants par suite du caractère exceptionnel et répété de ces aléas.

Comme dans toute situation de crise, c'est alors que se révèlent les forces et les faiblesses des sociétés rurales sahéliennes. Leur force, c'est incontestablement leur mobilité et à un degré moindre, leur solidarité. Leur faiblesse, c'est entre autres, l'accentuation de l'exploitation minière du milieu au point d'en altérer de façon durable les capacités productives. Aussi la priorité donnée à une meilleure gestion des ressources naturelles et à la protection de l'environnement apparaît comme un objectif tout à fait justifié sous réserve de l'accompagner de mesures d'amélioration de la production agricole permettant de réduire la pression sur les ressources naturelles et fournir les bases économiques d'un développement durable (*Photo 4*).

La crise de la sécheresse a aussi accéléré un certain nombre de mutations sociales et, de ce fait, créé une situation nouvelle rendant illusoire le retour aux modes d'organisation et de production qui prévalaient avant la crise. L'individualisation des comportements fait partie de ces mutations. L'enjeu consiste à en valoriser les aspects positifs notamment sur le plan de la liberté d'initiative et de l'ouverture à l'innovation tout en réactualisant les règles et organisations collectives indispensables à la restauration et la gestion des ressources naturelles : terre, eau, parcours et forêts qui constituent les bases matérielles de la production.

Enfin, un autre enseignement nous paraît devoir être tiré des réactions des communautés rurales sahéliennes face à la sécheresse. C'est en élargissant leur base territoriale, leur réseau de solidarité et leur espace économique que nombre d'entre elles ont assuré leur survie au point que l'on pourrait faire à leur propos un « éloge de la fuite ». L'avenir du Sahel n'est pas dans l'autarcie mais au contraire, dans l'élargissement de son champ de relations et de solidarités. Aussi faut-il chercher à renforcer les complémentarités interrégionales, organiser des échanges avec les pays côtiers afin d'assurer un débouché aux produits vivriers et animaux, principales et quasi uniques richesses du Sahel. Mais une telle politique nécessite une coopération plus large, notamment avec les pays du Nord pour garantir prix et débouchés rémunérateurs aux productions du Sahel et éviter une concurrence désastreuse de ces productions par les excédents agricoles des pays développés

Résumé

La sécheresse qui a frappé le Sahel au cours des deux dernières décennies s'y est manifestée de façon relativement différente suivant les régions. Cette sécheresse s'est traduite par un changement des pratiques des agriculteurs dans la conduite de leurs cultures et de leurs troupeaux et l'exploitation des ressources du milieu. Ainsi on a constaté une simplification des systèmes de culture par une réduction des espèces cultivées et des façons culturales. Cette tendance à l'extensification n'est cependant pas générale. Localement, lorsque les conditions de terrain s'y prêtent, les agriculteurs ont aussi adopté des systèmes de culture d'impluvium relativement intensifs. La sécheresse a également affecté les relations entre agriculture et élevage et remis en cause une des bases des systèmes agraires sahéliens. Ces changements de pratique révèlent les stratégies d'adaptation des agriculteurs à la sécheresse. Ces stratégies sont fondées sur la diversification de leurs activités, ainsi que sur la mobilité des hommes, des troupeaux et des cultures.

Mais l'accentuation de la sécheresse provoque des contradictions dans les réactions des agriculteurs et un renforcement de l'individualisation des comportements qui peuvent affecter la capacité de résistance des sociétés sahéliennes face à la sécheresse.

Summary

The way in which the drought has struck the Sahel over the past two decades varies somewhat according to region. It has resulted in changes in farming practises in terms of crops, livestock and use of environmental resources.

For example, there has been a simplification in farming systems through reduction of the number of species cultivated and of farming methods. However, this trend towards extensification is not the general rule.

On a local level, and when conditions permit, farmers have adopted relatively intense impluvium farming methods as well. The drought has also affected the relationship between agriculture and stock-breeding and goes so far as to challenge one of the bases of the Sahel's agrarian systems.

These changes in farming practises demonstrate the farmer's adaptive strategies against the drought ; strategies based upon diversification and the mobility of man, animal and crop.

Nevertheless, intensification of the drouth is causing contradictions in the farmers' reactions as well as an increased individualisation of behaviour which could well affect the Sahelian peoples' ability to resist the drought.

31

La Recherche-Développement : une démarche pour mettre les recherches sur les systèmes de production au service du développement rural.

JOUVE P., MERCOIRET M.R.

Les Cahiers de la Recherche Développement
n° 16 - Décembre 1987

LA RECHERCHE DEVELOPPEMENT : UNE DEMARCHE POUR METTRE LES RECHERCHES SUR LES SYSTEMES DE PRODUCTION AU SERVICE DU DEVELOPPEMENT RURAL

Philippe JOUVE et Marie-Rose MERCOIRET*

Communication présentée lors de la journée Systèmes Agraires de la réunion semestrielle du CGIAR, à Montpellier - le 19 mai 1987

RESUME

La recherche-développement peut se définir comme l'expérimentation en vraie grandeur et en concertation étroite avec les agriculteurs de l'amélioration de leurs systèmes de production.

Elle vise à modifier les processus de création et de transfert d'innovations en instituant des relations réciproques entre chercheurs, agriculteurs et agents de développement. Par ailleurs, innovations techniques et innovations sociales sont considérées comme deux aspects complémentaires et indissociables des processus de transformation de la production agricole.

Sa démarche générale comprend trois grandes phases .

Le diagnostic ne se limite pas aux conditions de production. Il porte aussi sur les modes d'exploitation du milieu analysés à travers les pratiques des agriculteurs.

L'expérimentation porte à la fois sur les améliorations techniques des systèmes de production et sur les améliorations organisationnelles permettant l'adoption par les agriculteurs de ces améliorations techniques.

Le transfert et l'appropriation des innovations reposent en grande partie sur la formation des agents de développement et des producteurs.

La mise en œuvre d'opérations de recherche-développement pose souvent des problèmes institutionnels. S'ils sont résolus, ces opérations peuvent contribuer efficacement à rénover les relations entre l'Etat et la paysannerie en faisant des agriculteurs les acteurs de leur propre développement.

SUMMARY

Research and development can be defined as real-scale experimentation on the improvement of farming systems in close collaboration with farmers.

It aims at modifying the process of creation and transfer of innovations by setting up reciprocal relations between researchers, farmers and extension staff. In addition, technical innovations and social innovations are considered as two complementary and indissociable aspects of transformation processes in agricultural production.

The general procedure consists of three main phases.

Diagnosis is not limited to farming systems. It also applies to methods of exploitation of the environment analysed through farmers' practices.

Experimentation concerns both technical improvements of farming systems and organisational improvements enabling farmers to use these improvements.

The transfer and adaptation of the innovations are based mainly on training development staff and producers so that they can master the technical and social innovations perfected by research and development.

The launching of research and development operations frequently causes institutional problems. If these are solved, such operations can make an effective contribution to the renovation of relations between the State and the farming community by making farmers participate in their own development.

RESUMEN

La investigación-desarrollo puede definirse como la experimentación del mejoramiento de los sistemas de producción, a un tamaño real y en estrecha colaboración con los agricultores.

Su meta es modificar los procesos de creación y de transferencia de las innovaciones instituyendo relaciones recíprocas entre los investigadores, los agricultores y los agentes del desarrollo.

Su procedimiento general comprende tres grandes fases.

El diagnóstico no se limita a las condiciones de producción. También se refiere a los modos de explotación del medio, analizados mediante las practicas de los agricultores.

La experimentación incluye los mejoramientos técnicos de los sistemas de producción y los majoramientos de la organización que hacen posible la adopción de estos mejoramientos técnicos por los agricultores.

La transferencia y la apropiación de las innovaciones, se basan fundamentalmente sobre la capacitación de los agentes de desarrollo y de los productores, para que adquieran el manejo de las innovaciones sociales técnicas y sociales elaboradas por la investigación-desarrollo.

La iniciación de operaciones de investigación-desarrollo plantea frecuentemente problemas institucionales. Si estos se resuelven, las operaciones pueden contribuir de manera eficaz a la renovación de las relaciones entre el Estado y el campesinado, haciendo de los agricultores los actores de su propio desarrollo.

MOTS CLES : Recherche-développement - Méthode - Système de production - Diagnostic - Essai - Adoption de l'innovation - Diffusion de l'innovation - Agriculteur.

* Agronome et Sociologue au Département des Systèmes Agraires du CIRAD - Montpellier - France.

Les recherches sur les systèmes de production ont connu un essor important au cours de la dernière décennie. Elles sont nées de la mise en évidence des difficultés rencontrées par l'extension à grande échelle des innovations techniques mises au point par la recherche agronomique et notamment par la difficile adoption de ces innovations par les petits exploitants agricoles.

Cette nouvelle orientation a suscité de nombreux types de recherche qui ont fait l'objet d'un essai très intéressant de classification de la part de Deborah MERRILL SANDS (1985) à la demande du CGIAR (1). Cette communication se centrera sur ce qu'elle appelle la "Recherche sur les Systèmes de Production et le Développement Agricole" (FSRAD) et qui vise à associer les compétences et les responsabilités des chercheurs, des producteurs et des agents de développement dans le cadre d'opérations ou de programmes dits de "recherche-développement".

Si la notion de recherche-développement correspond à une activité relativement bien définie dans le domaine industriel, en revanche, son application en agriculture est nettement moins claire. Nous allons tenter de la préciser à partir d'expériences menées ou animées par des équipes de recherche françaises dans différentes régions du monde.

La recherche-développement peut se définir comme **"l'expérimentation en vraie grandeur et en concertation étroite avec les agriculteurs des améliorations techniques, économiques et sociales de leurs systèmes de production et des modalités d'exploitation de leur milieu"**.

D'emblée il nous paraît utile de préciser certaines caractéristiques de base de cette expérimentation, ne serait-ce que pour la différencier des autres recherches sur les systèmes de production.

• Tout d'abord, cette approche repose sur une constatation simple : il ne suffit pas d'expérimenter et de mettre au point les techniques et technologies permettant d'améliorer le fonctionnement et la productivité des exploitations, il faut aussi faire en sorte que les agriculteurs qui gèrent ces exploitations aient les moyens d'adopter ces améliorations et intérêt à le faire.

Ce sont en effet les agriculteurs, leur capacité à changer, à s'approprier les innovations et à en maîtriser les implications qui, en définitive, déterminent le succès ou l'échec des opérations de développement... De ce fait, un processus d'innovation durable doit partir **des conditions réelles dans lesquelles s'élabore la production agricole** et prendre en compte les contraintes et les variables qui influent sur les stratégies paysannes.

• Par ailleurs, la démarche recherche-développement implique une modification sensible des relations entre recherche, organismes de développement et producteurs.

Les transferts de technologie ont été longtemps organisés suivant un schéma linéaire où la recherche avait mission d'élaborer des innovations qu'elle transférait ensuite aux structures de développement qui à leur tour s'efforçaient de les vulgariser aux agriculteurs.

A ce schéma linéaire la recherche-développement propose de **substituer une relation triangulaire réciproque** entre les différents partenaires et ceci à toutes les phases du processus de transformation des conditions de production (R. TOURTE, R. BILLAZ, 1982).

L'adoption durable d'innovations techniques et a fortiori leur maîtrise par les producteurs dépendent de nombreuses conditions qui concernent tout aussi bien : l'approvisionnement en intrants,la commercialisation des produits (prix-débouchés), la gestion des exploitations ainsi que celle des ressources naturelles.

A la différence de certains types de recherche sur les systèmes de production, la recherche-développement considère que **ces conditions** ne **sont** pas seulement des contraintes externes mais **des facteurs sur lesquels on va chercher à agir** notamment en recherchant avec les producteurs les formes d'organisation qui leur permettent une meilleure maîtrise de ces conditions de production (M. BENOIT- CATTIN et al., 1986).

En conséquence, les stratégies de développement ainsi que les modalités d'organisation des producteurs vont être objets d'étude au même titre que le fonctionnement ou l'amélioration des systèmes de production. En d'autres termes, on considère que **l'innovation technique et l'innovation sociale sont deux aspects complémentaires** et indissociables d'un même processus de changement et qu'en conséquence ils doivent également retenir l'attention.

Enfin, dès lors que la recherche-développement prend en compte les conditions de l'organisation sociale des producteurs dans la gestion de leurs ressources, elle ne peut limiter son analyse et ses interventions aux seules unités de production.

Elle est amenée à élargir son champ d'investigation aux niveaux d'organisation supérieurs dans lesquels sont inclues ces unités de production, ce qui la conduit entre autres à se préoccuper des modalités de gestion de l'espace par les communautés rurales.

---

(1) CGIAR : Groupe Consultatif pour la Recherche Agricole Internationale.

I — LA DEMARCHE.

Comme pour bien d'autres types de recherche, la démarche recherche-développement comprend trois grandes phases entre lesquelles interviennent de nombreuses itérations. Ces volets sont l'analyse et le diagnostic, l'expérimentation des innovations, l'extension et le transfert.

La spécificité de la recherche-développement n'est donc pas dans l'organisation générale de sa démarche, mais plutôt dans la façon de mettre en œuvre chacune de ces phases.

Une littérature fort abondante ayant déjà été produite sur le sujet (CRD1 et 2) nous nous limiterons à souligner les aspects les plus caractéristiques et les plus originaux des travaux entrepris dans ce domaine par les équipes de recherche du CIRAD, de l'ORSTOM et de l'INRA.

1) Analyse et diagnostic.

Si toute opération de recherche-développement débute par une phase d'analyse de la situation de départ, il est important de signaler que cette analyse devra se prolonger tout au long de l'opération pour juger des effets des innovations expérimentées.

Le produit de cette phase d'analyse est un **diagnostic des contraintes et possibilités d'amélioration des systèmes de production et système agraire** en vue de déterminer **les actions prioritaires** à entreprendre.

Dès cette phase, l'établissement de ces priorités doit faire l'objet d'une **concertation avec les producteurs** sur la base d'une restitution et d'une discussion des conclusions du diagnostic initial. Cette restitution permet de confronter le point de vue des chercheurs avec celui des producteurs et d'en révéler les préoccupations dominantes de ceux-ci.

Des différents travaux entrepris en matière de diagnostic, il ressort que si l'analyse des données de base concernant les conditions physiques et humaines de l'exploitation du milieu constitue un préalable nécessaire, il n'est cependant pas suffisant.

Il doit être complété par une **analyse des modes d'exploitation du milieu à travers l'analyse des pratiques des agriculteurs.**

Cette analyse des pratiques des agriculteurs, comme l'a souligné P. MILLEVILLE, permet de mettre en évidence différents **niveaux de décision,** que ce soit dans la conduite de leurs cultures et de leurs troupeaux ou dans la gestion des ressources de leurs terroirs.

Ces niveaux déterminent les différentes unités territoriales ou de gestion prises en compte dans cette phase d'analyse et qui vont de la région à la parcelle en passant par le village et l'exploitation (P. JOUVE, Y. CLOUET, 1984).

Les méthodes d'études utilisées durant cette étape relèvent bien entendu de **l'analyse systémique** mais suivant certaines modalités qui paraissent intéressantes à souligner.

• Tout d'abord, cette analyse est basée sur un **dispositif d'étude gigogne** où les différents niveaux d'organisation sont emboîtés les uns dans les autres suivant un schéma assez comparable à celui proposé par R.D. HART (1980).

Si les exploitations agricoles et les systèmes de production qu'elles représentent constituent un niveau d'étude privilégié dans ce dispositif (en ce sens que c'est à ce niveau que les agriculteurs raisonnent l'essentiel de leurs décisions), il est apparu indispensable, notamment dans beaucoup de recherches effectuées dans les pays africains, d'apporter également une attention particulière aux ensembles territoriaux et ethniques (villages, petite région) dans lesquels sont inscrites ces exploitations et dont l'organisation sociale et technique surdétermine une grande partie des décisions prises par les agriculteurs. C'est ce qui explique l'importance accordée à la notion de système agraire dans de nombreuses études faites par des équipes françaises dans ces pays (C. BLANC-PAMARD, 1985 ; P. PELISSIER, 1970).

• L'autre aspect important de cette phase est la place accordée à **l'analyse de la diversité des modes d'exploitation du milieu,** que ce soit à l'échelle régionale, au niveau de la conduite des exploitations ou de celle des cultures et des troupeaux.

Au delà de la stratification de la zone d'étude ou de la typologie des exploitations qui en résultent, cette analyse de la diversité apparaît comme un moyen très efficace de mettre en évidence les différences de comportement et de stratégie des agriculteurs et par là les contraintes qu'ils rencontrent dans la conduite de leur système de production. L'analyse des systèmes d'élevage en zone de montagne effectuée par les chercheurs du SAD-INRA de Toulouse est particulièrement démonstrative à cet égard (A. GIBON, 1985).

Enfin, il ressort de travaux effectués aussi bien en France dans le Ségala, en Egypte ou en Côte d'Ivoire par des équipes de recherches du CIRAD et de l'ORSTOM, que **l'analyse historique** de l'évolution des Systèmes Agraires et Systèmes de Production constitue un moyen privilégié pour identifier les blocages de ces systèmes et déterminer les voies et moyens d'intervention les plus appropriés pour assurer leur développement (T. RUF, 1984).

2) **L'expérimentation.**

La deuxième phase de l'approche recherche-développement vise à expérimenter les innovations les plus à même d'apporter une réponse aux problèmes identifiés à l'occasion du diagnostic initial.

Une des spécificités de l'approche recherche-développement est que cette expérimentation va porter à la fois sur les **améliorations techniques des systèmes de production et sur l'organisation des producteurs** nécessaires pour qu'ils puissent adopter ces innovations.

En matière d'expérimentation technique les travaux réalisés jusqu'ici ont permis de dégager un assez large consensus sur les modalités de cette expérimentation. Il porte notamment sur le caractère pluridisciplinaire de ces recherches ainsi que sur la nécessité de combiner différents types de dispositifs en station et en milieu paysan avec un contrôle plus ou moins important des facteurs associés aux traitements et un degré variable de participation des agriculteurs.

Cependant, l'amélioration de l'efficacité et de la rigueur de l'expérimentation en milieu paysan nécessite qu'une attention particulière soit portée à certains de ses aspects :

- **Le choix des sites** est capital pour la validité et l'extension ultérieure des résultats. Il est encore trop souvent fait en fonction d'opportunités plutôt que d'une façon raisonnée. L'analyse préalable de la diversité des situations agricoles et des modes de fonctionnement des exploitations est une base essentielle pour raisonner ce choix et la faiblesse de nombreux dispositifs tient précisément à l'insuffisance de cette analyse préalable.

- La prise en compte des conditions concrètes dans lesquelles **les paysans mettent en œuvre les améliorations techniques** proposées par la recherche est également un point à approfondir aussi bien dans la conception des dispositifs des essais en milieu paysan que dans l'orientation des recherches thématiques effectuées en station. Une étude effectuée au Burkina Faso sur la très faible efficacité des variétés améliorées de sorgho et de mil testées en milieu paysan (T. RUF,1984) atteste que le feed-back du terrain vers les stations est encore insuffisant. Or, l'établissement d'un référentiel adapté est essentiel pour dépasser le stade de l'analyse et proposer des solutions efficaces à l'amélioration de la production. A cet égard les travaux effectués par l'IRAT au Brésil constituent une expérience riche d'enseignements (L. SEGUY,1980).

Enfin, l'expérimentation en milieu paysan, du fait des conditions dans lesquelles elle se déroule (hétérogénéité du milieu, nécessité de limiter les répétitions...) rend difficile l'utilisation des méthodes d'interprétation et de validation utilisées habituellement en station.

Un certain nombre de travaux d'équipes françaises ont contribué à poser en termes nouveaux les problèmes de la **validation des expérimentations faites en milieu paysan** (C. FILLONNEAU, 1983).

A **l'interprétation statistique** qui est souvent la seule utilisée, bien qu'elle ne soit pas toujours adaptée notamment pour analyser la variabilité des rendements des parcelles des agriculteurs, il est proposé d'associer deux autres types de validation :

- **l'analyse agronomique** de l'élaboration du rendement (J. MASLE, 1980) combinant enquête et expérimentation comme cela a été fait par exemple en Camargue par le LECSA (1987) pour la culture du riz.

- **l'évaluation par les paysans** des tests et des essais qui permet de prendre en compte des critères d'appréciation autres que le rendement : précocité, qualité gustative, etc...

Le deuxième type d'expérimentation entrepris dans les opérations de recherche-développement porte sur les **innovations organisationnelles** nécessaires pour que les producteurs puissent adopter les innovations techniques qui leur sont proposées.

Ce type d'intervention apparaît comme particulièrement indispensable chaque fois que l'amélioration des systèmes de production nécessite une régénération des ressources naturelles (terre, végétation...) et une meilleure organisation collective de leur gestion comme l'expérience en a été faite en matière d'utilisation des parcours au Mali (A. MARTY, 1986).

C'est également cette expérimentation qui peut permettre de trouver des solutions aux contraintes souvent constatées en amont et en aval de la production, que ce soit au niveau de l'approvisionnement en intrants ou en ce qui concerne la commercialisation des produits.

A cet égard, les expériences de banques d'engrais, de banques céréalières et de multiplications collectives de semences, entreprises à Maradi au Niger sont très démonstratives (P. JOUVE, 1987).

Enfin, c'est dans cet esprit d'un changement global des systèmes de production qu'ont été entreprises des opérations de recherche-développement visant le suivi et la transformation progressive d'exploitations qui serviront ensuite de référence pour **l'extension des résultats acquis.** Cette méthode de recherche-développement mise en place en France par le Réseau National d'Expérimentation et de Démonstration (RNED) est en train d'être extrapolée par le DSA/CIRAD dans un certain nombre de pays d'Amérique Latine pour le développement des systèmes d'élevage (P. BONNAL, 1986).

Ceci étant, la mise en œuvre d'un programme de recherche-développement incluant des innovations organisationnelles requiert un certain nombre de **conditions préalables :**

- l'existence d'une **équipe pluridisciplinaire** associant des spécialistes des sciences agronomiques et des sciences sociales
- une **volonté politique** d'organisation des producteurs
- une **coopération** confiante avec les institutions de **développement**
- des **conditions sociales** permettant ces innovations

3) L'extension des résultats de la recherche-développement.

Les opérations de recherche-développement sont limitées à des sites particuliers ; elles n'auront **d'impact significatif** en terme de développement que si leurs résultats sont étendus et extrapolés à des espaces plus vastes, à l'échelle régionale notamment.

Deux questions se posent alors : le choix des sites où se déroule la recherche-développement, nous l'avons déjà évoqué, mais aussi la question des produits à diffuser et des méthodes de diffusion et d'appropriation de ces produits.

Les produits à diffuser sont de plusieurs ordres :

- des méthodes d'analyse et de diagnostic du milieu
- des résultats techniques obtenus à partir des tests agronomiques
- des éléments pour le conseil de gestion technico-économique des exploitations
- des formes et modes d'organisation des producteurs concernant aussi bien la mobilisation des moyens de production que les relations avec l'environnement économique.

Les mécanismes d'extension des résultats de la recherche-développement sont déterminants pour le développement ; il est donc nécessaire de les reconnaître comme objet de recherche et de les mettre au point en liaison avec les producteurs et les institutions de développement.

Il n'est pas possible de procéder ici à une analyse détaillée de ce volet de la recherche-développement ; on peut cependant en souligner quelques aspects essentiels :

- Le premier aspect concerne **l'adoption** par les producteurs **d'innovations techniques et sociales** adaptées. Elle renvoie à des questions d'information et donc de communication (SECER, 1984) avec les producteurs mais aussi à des questions relatives à la mise en place de systèmes d'approvisionnement, de crédit, de commercialisation, etc... Soulignons cependant que les mécanismes d'adoption des innovations ne seront pas les mêmes suivant qu'il s'agit d'une innovation "simple", "adaptative", c'est-à-dire ponctuelle, réversible, n'entraînant pas de modification importante du système de productin ou d'une innovation "complexe" qui a des répercussions sur l'ensemble du système de production (P. BULTEAU, 1987).

- Le deuxième aspect de l'extension des résultats de la recherche-développement concerne la **maîtrise** par les producteurs **des innovations techniques et sociales.** Cette maîtrise, nécessaire pour assurer une adoption durable de l'innovation, renvoie, elle, à la **formation des producteurs** (E. BEAUDOUX, 1985). Cette formation prend deux formes principales : la formation technique et la formation à la gestion ; elle peut concerner l'ensemble des producteurs (répartis en catégories homogènes) ou des "spécialistes" villageois chargés par exemple de l'entretien et de la répartition du matériel agricole.

La formation en vue de l'extension des résultats de la recherche-développement concerne également les agents de développement. Elle devrait leur permettre d'acquérir les instruments nécessaires à une plus grande efficacité de leurs interventions (ENEA, 1985).

Une forme de valorisation et d'extension particulièrement intéressante des acquis de la recherche-développement nous semble être dans l'amélioration du contenu des programmes de vulgarisation dont les messages sont souvent trop normatifs et inadaptés.

CONCLUSION

Si la démarche recherche-développement a suscité de nombreux espoirs, il faut bien reconnaître que sa mise en œuvre sur le terrain n'a pas toujours abouti à des résultats à la mesure des espérances.

Parmi les difficultés rencontrées dans cette mise en œuvre, il en est une qui présente un caractère très général, c'est **l'insertion institutionnelle des opérations** de recherche-développement. Par définition, celles-ci se trouvent à cheval sur les domaines d'activité et de compétence des institutions de recherche et de développement et le rattachement à l'une plutôt qu'à l'autre est toujours source de tension. L'idéal est de créer des structures de concertation et de coopération entre Recherche et Développement mais des oppositions latentes ou l'absence de coopération effective entre ces institutions rend la tâche de ces structures de coordination souvent difficile.

Pourtant dans la conduite d'un programme de recherche-développement, les responsabilités respectives de la Recherche et du Développement sont très étroitement imbriquées.

Nous pensons que la solution à ce type de problème passe :

- par un **renforcement des liaisons institutionnelles** entre recherche, développement et formation à l'instar de ce qui existe dans certains pays développés alors que dans beaucoup de pays en voie de développement ces fonctions complémentaires sont sous la tutelle de ministères différents.
- par une **plus grande responsabilité des agriculteurs** dans l'organisation et la gestion du développement et de la recherche, c'est-à-dire par le développement des organisations professionnelles. En France, ces organisations ont joué un rôle très actif dans l'orientation de la recherche au profit du développement rural.

Enfin, nous voudrions terminer en rappelant que cette démarche recherche-développement repose sur la prise de conscience que le développement rural ne peut se faire sans l'adhésion des agriculteurs, acteurs décisifs de ce développement. Sans cette adhésion, toute tentative d'intervention est tôt ou tard vouée à l'échec.

Pour que cette prise de conscience se concrétise, il est nécessaire de procéder à un changement assez radical des méthodes et des modes d'intervention en milieu rural qui ont prévalu jusqu'ici, en reconnaissant pleinement le paysan comme partenaire de toute opération de recherche ou de développement.

Cela signifie tout d'abord de comprendre ses pratiques et à travers elles ses motivations, ensuite de l'associer à la recherche de nouvelles formes d'exploitation de son milieu et de ses ressources ; enfin de lui transférer de plus en plus de responsabilités dans l'organisation de la production et de ses exigences amont (approvisionnement) et aval (commercialisation).

C'est précisément ce à quoi vise la démarche recherche-développement.

BIBLIOGRAPHIE

Actes des journées sur la recherche-développement. — Montpellier 8-9-10 nov. 1982. — In : Les Cahiers de la recherche-développement n° 1 juin 1983.

LEFORT J., 1983. — Les recherches développement intégrées en milieu rural. — In : Cahiers de la recherche-développement n°.2.

BENOIT-CATTIN M. (ed.) et al., 1986. — Recherche et développement agricole : Les Unités Expérimentales du Sénégal. — Montpellier : ISRA-CIRAD-FAC.

BEAUDOUX E., NIEUWKERK M., 1985. — Groupements paysans d'Afrique. — Paris : l'Harmattan.

BLANC-PAMARD C., MILLEVILLE P., 1985. — Pratiques paysannes, perception du milieu et système agraire. — A travers champs : Agronomes et géographes. — Paris : ORSTOM.

BONNAL P., 1986. — Marco metodologico para le establecimiento de la red de fincas pilotos y de referencia. — Lara : FONAIAP/EE.

BULTEAU P., MERCOIRET M.R., 1987. — Diffuser des techniques ou appuyer un changement maîtrisé. — Montpellier : DSA/CIRAD.

ENEA, Ecole Nationale d'Economie Appliquée, 1985. — Guide méthodologique. — Dakar.

FILLONNEAU C., GERMAIN N., POUSSIN J.C., SERPANTIE G., 1983. — Recherches en agronomie générale en rapport avec la mise en œuvre des nouvelles technologies par le développement. — Atelier OFRIC 15-17 décembre.

GIBON A., FLAMAND J.C., 1985. — Intérêt d'approches interdisciplinaires pour le développement de l'élevage en milieu difficile : un exemple d'action de recherche-développement dans les pyrénées centrales. — 10ème journée recherche ovine et caprine 1985. — INRA Toulouse SAD.

HART R.D., PINCHINAT A.M., 1980. — Integrative agricultural systems research. — In : Caribbean seminar on farming systems research methodology. — ILCA-INRA 4-8 may 1980.

JOUVE P., 1987. — Rapport sur l'avancement du programme de recherche-développement de Maradi (Niger). — Montpellier : DSA/CIRAD.

JOUVE P., CLOUET Y., 1984. — La fonction diagnostic dans la démarche recherche-développement. Les différentes échelles à considérer. Les finalités. — In : Les Cahiers de la recherche-développement n° 3-4.

L.E.C.S.A., 1987. — Bilan de deux années d'étude de l'agrosystème rizicole en Camargue. — Montpellier : INRA-CIRAD.

MARTY A., 1986. — Stratégies pastorales et logiques d'intervention face à la sécheresse (Mali Nord-Est : 1982-1985). — Paris : INRAM.

MASLE J., MEYNARD J.M., SEBILLOTTE M., 1980. — Analyse de l'élaboration du rendement : point de vue de l'agronome. — In : C.R. Séminaire Agrométéorologie et Blé 13-14 nov. — Paris : INRA.

MATLON P.J., DE KONING J., 1985. — Rapport annuel du programme d'économie de l'ICRISAT/BURKINA. — Ouagadougou : ICRISAT.

MERRILL SANDS D., 1985. — Compte rendu des recherches sur les systèmes de production. — Rapport préparé pour le secrétaire exécutif du CGIAR - Comité du Conseil Technique.

PELISSIER P., SAUTTER O.,1970. — Bilan et perspectives d'une recherche sur les terroirs africains et malgaches (1962-1969). — In : Etudes rurales n° 37-38-39-.

RUF T., 1984. — La coexistence de systèmes de production différents dans une région du delta du Nil : intérêt de l'approche historique pour le diagnostic régional et pour l'action de développement. — In : Les Cahiers de la recherche-développement n° 3-4.

SECER, CIEPAC, 1984. — Guide de planification locale. — Dakar.

SEGUY L., BOUZINAC S., 1980. — Une démarche expérimentale d'élaboration de systèmes de production utilisables par les petits paysans (Région de Cocaïsau Maranhao - Brésil). — SAO LUIZ : EMBRAPA.

TOURTE R., BILLAZ R., 1982. — Approche des systèmes agraires et fonction recherche-développement. Contribution à la mise au point d'une démarche. — In : Agronomie Tropicale XXXVII.

36

Diversité spatiale et évolution des modes d'association de l'agriculture et de l'élevage dans la région de Maradi au Niger.

JOUVE P., DAVID D.

Cahiers de la Recherche-Développement
n°7, 1985

DIVERSITÉ SPATIALE ET ÉVOLUTION DES MODES D'ASSOCIATION DE L'AGRICULTURE ET DE L'ÉLEVAGE DANS LA RÉGION DE MARADI AU NIGER (ZONE SAHÉLIENNE)

Philippe JOUVE* et Dominique DAVID**

RÉSUMÉ

Dans la région de Maradi au Niger, située en zone sahélienne, les agro-systèmes villageois présentent une grande diversité due à la différenciation des conditions du milieu physique (nature des sols, degré d'aridité) ainsi qu'à l'ancienneté, la densité et la nature de l'occupation humaine (Peulh et Haoussa). A partir de l'étude de cette diversité les auteurs retracent l'évolution des systèmes agro-pastoraux dans la région.

En fonction du stade d'évolution des systèmes agro-pastoraux, est plus particulièrement analysée la nature des relations entre l'agriculture et l'élevage, notamment en ce qui concerne la concurrence dans l'occupation de l'espace, l'entretien de la fertilité des sols et la traction animale.

Cette analyse met clairement en évidence que le degré de saturation foncière constitue un facteur décisif dans l'évolution de ces relations entre agriculture et élevage. La sécheresse qui a frappé ces régions ces trois dernières années est venue accentuer encore les effets destabilisateurs de la saturation foncière.

SUMMARY

In the Maradi in Niger located in the Sahelian zone, the village agro-systems are extremely diverse, owing to the differentiation of the conditions of the physical environment (nature of the soils, aridity) as well as to the time, the density and the nature of human occupancy (Fulani and Hausa). By firstly studying this diversity, the authors retrace the evolution of agro-pastoral systems in the region.

According to the stage of evolution of the agro-pastoral systems, emphasis is placed on the analysis of the nature of the relationship between agriculture and animal production especially as far as competition in land occupancy, maintenance of soil fertility and animal traction are concerned. This analysis clearly demonstrates that the degree of land saturation constitutes a decisive factor in the evolution of the relationship between agriculture and animal production. The drought that existed in these regions for the past three years has further increased the destabilizing effect of land saturation.

RESUMEN

En la region de Maradi en Niger, situada en la zona del Sahara, los agro-sistema comunales presentant una gran diversidad debido a las diferentes condiciones del medio físico (naturaleza de los suelos, grado de aridez) asi como la antiguedad, la densidad y la naturaleza de la ocupacion humana (Peulh y Haoussa). A partir del estudio de esta diversidad, los autores explican la evolucion de los sistemas agropastorales en la región.

En función del estado de evolución ticularmente analizada la naturaleza s agropastorales, es parde la relaciones entre la agricultura y el ganado, principalmente en lo que concerne a la competencia por la occupación del espacio, el mantenimiento de la fertilización de los suelos y la tracción animal.

Este analisis pone en clara evidencia que el grado de ocupación del suelo constituye un factor decisivo en la evolución de las relaciones mencionadas entre agricultura y ganado. La sequía presentada en esas regiones los últimos tres años, ha acentuado todavia más los efectos desestabilizadores de la saturación.

I — LE CADRE RÉGIONAL : *Une zone aride, des sols contrastés, une population mixte en forte croissance*

Pour bien comprendre les différentes formes que prend l'association entre agriculture et élevage dans la région de Maradi, il est nécessaire au préalable d'indiquer à grands traits les principales caractéristiques du milieu physique et humain propres à cette région qui influent directement sur son mode d'exploitation agricole.

Jusqu'en 1970, la pluviométrie de la région de Maradi se situait entre 700 mm au Sud et 350 mm au Nord. Depuis, les périodes de sécheresse de 72-73 et de 81 à 84 ont fait chuter ces moyennes pluviométriques d'environ 200 mm.

Si l'on considère que dans ces régions la limite septentrionale de la culture pluviale correspond environ à l'isohyète de 350 mm on perçoit facilement les conséquences dramatiques de cette baisse pluviométrique.

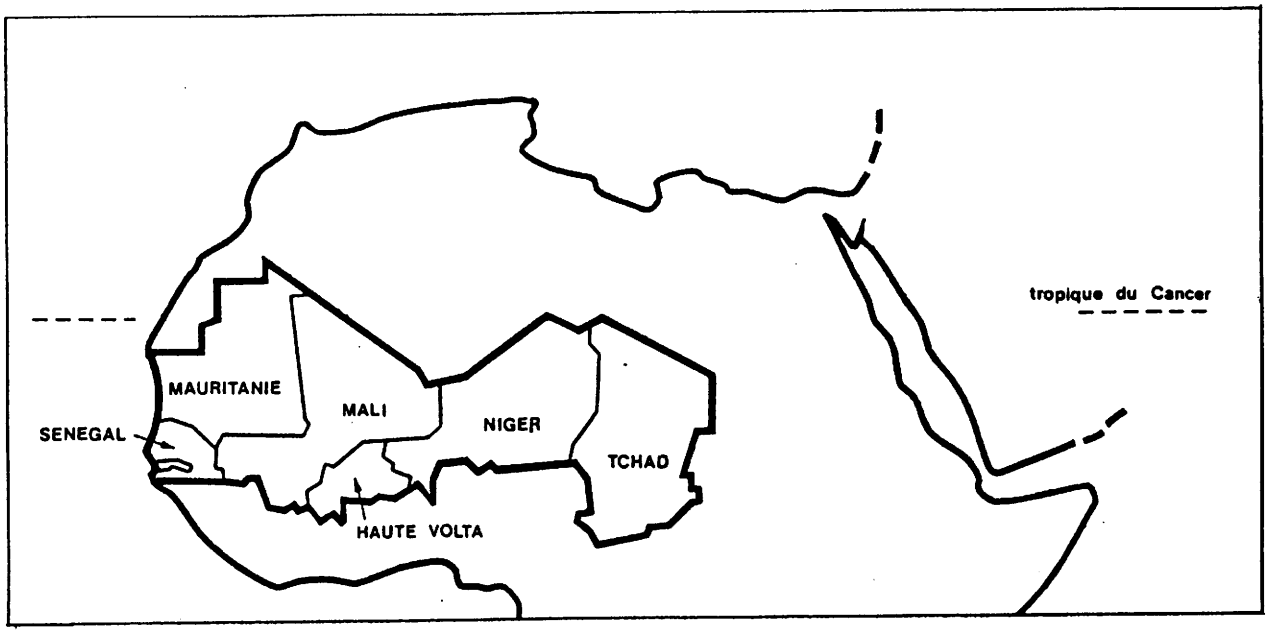
En interaction avec ce gradient pluviométrique sud-nord, la nature des sols et plus particulièrement leur comportement agronomique, constitue un facteur déterminant de l'exploitation agro-pastorale de l'espace régional comme le montre clairement la carte des unités naturelles de mise en valeur établie par MM. KOECHLIN et STIGLIANO (Fig. 2).

Au centre et au sud de la région on trouve une vaste plage de sols sableux à topographie faiblement ondulée. Ces sols de type ferrugineux lessivés formés sur sables éoliens de l'erg récent sont appelés «jigawa». Ils sont meubles, donc faciles à travailler même à l'état sec, généralement profonds donc susceptibles d'emmagasiner une assez grande quantité d'eau malgré une réserve utile (R.U.) par cm de sol peu importante. Par contre, leur fertilité chimique est très faible et tend à se dégrader très vite après quelques années de mise en culture.

A côté de ces sols, et notamment à la périphérie est et ouest du Département de Maradi, on trouve des sols plus

* CIRAD BP. 5035 — 34032 MONTPELLIER Cedex.

** 20 avenue de Sircourt —78170 LA SEINE-ST-CLOUD.



Pays de la zone sahélienne

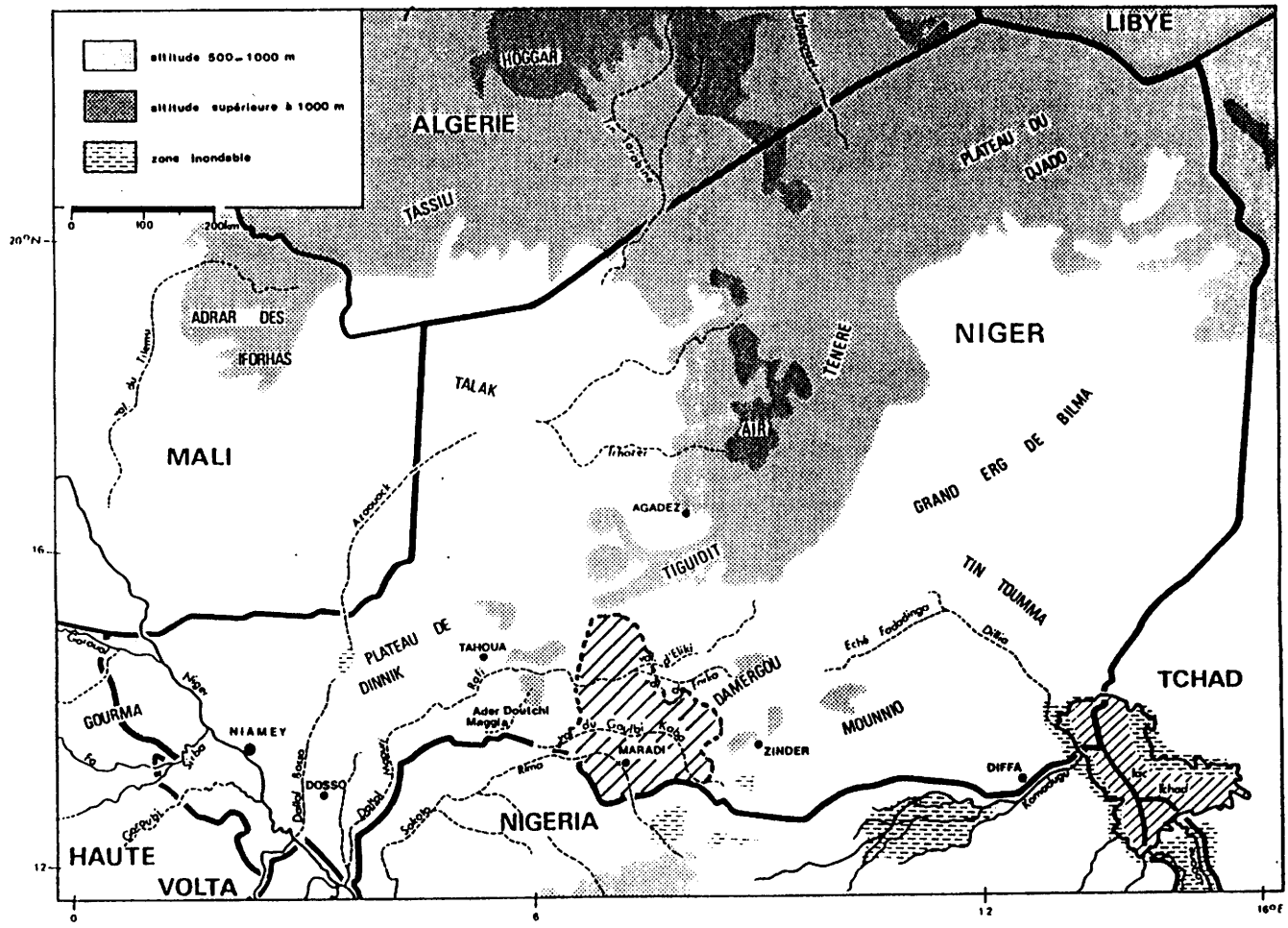
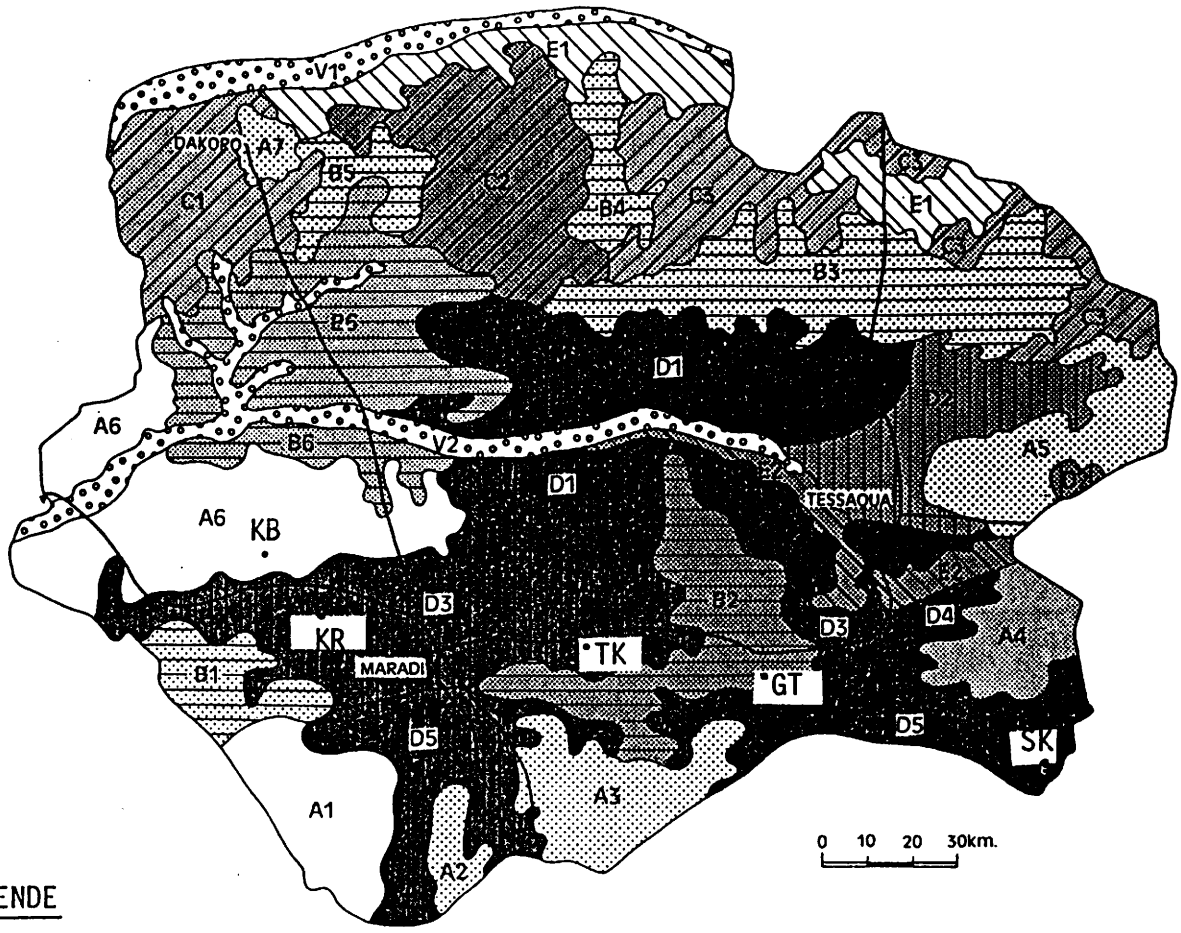


FIG. 1. — Localisation du département de Maradi



LEGENDE

VILLAGES : KB : Kouloum Boutey - KR : Kodarogo - TK : Tchizon Kourégué
GT : Guidan Tanio - SK : Sankomy

Unités naturelles / Taux d'occupation du sol	A: Sols très compacts: contraintes édaphiques dominantes	B: Sols à compacité et contraintes édaphiques moyennes: contraintes climatiques variables	C: Sols peu compacts: fortes contraintes climatiques	D: Sols dunaires: contraintes climatiques moyennes à faibles	E: Grandes dunes: possibilités d'utilisation en fonction du climat	V: Grandes vallées sèches
0% à 20%	A1 A6				E1	V1 V2
21% à 30%	A2 A3 A5 A7	B1 B3 B4 B5				
31% à 40%	A4	B6	C1 C3			
50% à 60%		B2	C2	D2	E2	
> 70%				D1 D3 D4 D5		

FIG. 2. — Unités naturelles de mise en valeur et taux d'occupation du sol par J. KOECHLIN et M. STIGLIANO

«compacts» appelés «geza». Ces sols sont pour la plupart eux aussi des sols ferrugineux lessivés mais ils se sont formés sur des placages sablo-argileux, ce qui leur confère une texture plus fine. De ce fait ils sont naturellement plus fertiles mais aussi plus difficiles à travailler surtout en culture manuelle et plus sensibles à la sécheresse que les «jigawa» plus sableux.

En plus de ces deux grands types de terrain il faut mentionner l'existence de trois grandes vallées alluviales qui traversent la région approximativement d'est en ouest et dont seule, la plus méridionale, le goulbi de Maradi est fonctionnelle (cf. Fig. 1).

La population la plus nombreuse et celle qui s'est sédentarisée depuis plus longtemps, est Haoussa. Après avoir trouvé refuge dans le Goulbi de Maradi aux périodes de trouble (fin du 19ème siècle), elle a colonisé la région en commençant par mettre en culture les sols dunaires de type «jigawa» dans les zones à pluviométrie favorable, c'est-à-dire au Centre Sud du département. Ceci explique qu'actuellement la densité de population dans cette partie de la région ait dépassé 50 habitants/km² avec des pointes de 100 habitants/km² ce qui est particulièrement élevé à ces latitudes.

Par contre, les Haoussas ayant délaissé jusqu'ici la mise en culture des sols plus compacts de la périphérie est et ouest du Département, les densités de population y sont deux à trois fois plus faibles.

Depuis les début du siècle et plus particulièrement à partir de 1930, il s'est produit un mouvement de colonisation des zones Centre Nord. Cette extension du domaine cultivé, due en grande partie à l'expansion démographique, s'est trouvée facilitée par la bonne pluviométrie des décennies 50 et 60. Ce sont évidemment ces zones qui subissent actuellement avec le plus d'acuité les effets de la sécheresse de ces dernières années, sécheresse qui a provoqué un reflux vers le Sud du bétail et des hommes, laissant vides de nombreux villages.

Les «Peulhs», deuxième ethnie en importance, se sont installés préférentiellement dans les zones à vocation pastorale, c'est-à-dire dans les régions périphériques à sol compact et dans la zone Nord. A l'exception d'une petite partie d'entre eux qui sont restés nomades, ces Peulhs sont en voie de sédentarisation mais ils continuent de pratiquer une transhumance saisonnière.

On voit donc qu'à l'interprétation des zones pastorales et des zones cultivées dont la localisation est fortement déterminée par les caractéristiques pédologiques et pluviométriques du milieu, correspond une distribution spatiale des populations ainsi que des modes d'exploitation de l'espace agricole, et en particulier des modalités d'association de l'agriculture et de l'élevage. C'est précisément ce que nous allons étudier maintenant en mettant en évidence la dynamique de cette association.

II — LES DIFFÉRENTS STADES ET MODALITÉS DE L'ASSOCIATION ENTRE AGRICULTURE ET ÉLEVAGE

Cette analyse sera faite à partir des travaux effectués par plusieurs équipes de recherche ayant travaillé dans la région de Maradi (Université de Bordeaux II, CNRS, GERDAT) et des études complémentaires entreprises à l'occasion de la mise en place d'un programme de Recherche-Développement au sein du Projet de développement rural de Maradi, études qui ont porté plus spécialement sur le fonctionnement et la diversification des agro-systèmes villageois (JOUVE, 1984 ; LEGAL, 1984 ; DAVID, 1985).

L'extension géographique de ces études et travaux sur une région de plus de 20.000 km² dont la colonisation agricole a été progressive, offre une opportunité particulièrement intéressante pour analyser la dynamique des systèmes agraires dans cette région.

Du fait de l'extension du domaine cultivé qui s'est produite au cours des 50 dernières années, **il est en effet possible d'identifier dans l'espace des stades d'évolution différents de l'exploitation du milieu.**

En d'autres termes, une analyse comparée à un moment donné des agro-systèmes villageois permet de repérer les grandes étapes de l'évolution historique de l'exploitation agricole de l'espace et plus particulièrement des relations entre agriculteurs et éleveurs, entre systèmes de culture et systèmes d'élevage. Etant donné que cette extension s'est faite principalement en direction des zones les plus arides et des sols les plus compacts on devra cependant intégrer ces éléments de différenciation dans l'interprétation de la dynamique historique des systèmes agro-pastoraux.

1. L'archétype des systèmes agro-pastoraux

Avant d'analyser l'évolution des relations entre agriculture et élevage voyons qu'elle était la situation lorsque l'occupation agricole de l'espace était encore relativement lâche.

Les communautés sédentaires d'agriculteurs Haoussa disposaient alors de réserves en terre de culture suffisantes pour alterner leurs cultures avec des jachères de longue durée, pouvant atteindre 10 ans. La structuration de l'espace agricole était encore peu marquée. Elle se présentait sous la forme de groupes de parcelles de défriche rayonnant autours des centres d'habitation, les terres de culture voisinant avec de vastes zones de jachère et de parcours. Par ailleurs, les territoires cultivés des finages villageois étaient rarement jointifs, laissant entre eux de larges espaces de brousse dévolus en pâturage.

A ce stade, les ressources pastorales sont suffisantes pour que ne se pose pas de problèmes de concurence spatiale entre agriculture et élevage dont les fonctionnement sont plutôt complémentaires.

En saison pluvieuse les animaux sont conduits sur les jachères et les terrains de parcours périphériques au territoire villageois. En début de saison sèche la vaine pâture est la règle sur l'ensemble des champs cultivés où sont laissés sur place tous les résidus de culture, tiges de mil et de sorgho notamment.

Une fois ces réserves épuisées en fin de saison sèche la zone de pâturage des animaux s'étend aux espaces de brousse périphériques au village. Dans ce type d'élevage les complémentarités inter-régionales ne sont pratiquement pas mises à profit. Elles le sont beaucoup plus par les éleveurs Peulhs qui transhument vers les zones pastorales du Nord du département en saison des pluies pour descendre ensuite dans le sud en saison sèche au fur et à mesure de l'épuisement des réserves pastorales du Nord. Dans ce mouvement de transhumance rythmé par les saisons, les pasteurs nomades peuvent entrer en contact avec les communautés sédentaires notamment en cours de saison sèche lorsqu'ils traversent les territoires des villages Haoussa et lorsqu'ils viennent y abreuver leurs troupeaux. Des contrats de fumure peuvent alors être passés entre Haoussas et Peulhs. Ces derniers en contrepartie d'une certaine quantité de mil parquent leurs animaux sur les parcelles des contrac-

tants qui bénéficient ainsi d'une fertilisation organique.

Dans le sytème agro-pastoral propre aux communautés sédentaires Haoussa, l'élevage, en plus de ses fonctions classiques de capitalisation et de fournisseur de produits animaux (lait, viande, peau) contribue à l'entretien de la fertilité des sols, et ceci de différentes manières. Tout d'abord par les transferts de fertilité qu'il permet entre les zones de parcours périphériques et les terres cultivées lorsque les animaux sont ramenés le soir au village, ce qui est le cas le plus fréquent, ensuite par la transformation des résidus de culture lors de la vaine pâture et leur restitution sur place ou dans des concessions sous forme de déjections et de fumier. Il faut bien voir que sans cette médiation, la plupart des résidus de culture (tiges de mil et de sorgho surtout) pourraient difficilement être réincorporés au sol.

Mais comme le domaine pâturé est constitué surtout de parcours et que les déjections animales sont très mal valorisées le rôle de l'élevage dans l'entretien de la fertilité reste encore limité. La pratique de base pour restaurer cette fertilité est constituée à ce stade par les jachères longues.

Quoi qu'il en soit, les effets conjugés de la jachère et de l'élevage permettent un entretien suffisant de la fertilité des sols, pour assurer la reproductibilité de ces modes d'exploitation de l'espace.

La seule fonction qui n'est pas assurée par l'élevage, alors que les bovins sont bien représentés, est la traction. La conduite des cultures et l'essentiel du transport sont manuels d'où la faible productivité par travailleur de ces systèmes de culture.

2. L'évolution des systèmes agro-pastoraux

A partir de l'archétype qui vient d'être sommairement présenté se sont différenciées dans le temps et dans l'espace des formes relativement variées de systèmes agro-pastoraux.

Plusieurs facteurs d'inégales importances sont à l'origine de cette différenciation. Le plus déterminant est sans conteste l'**accroissement démographique**, de l'ordre de 3 % par an. Cet accroissement **s'est traduit par une extension considérable du domaine cultivé au détriment des zones pastorales ainsi que par une diminution et un raccourcissement des jachères.**

A ce facteur principal il faut en ajouter d'autres qui ont modulé l'extension des cultures consécutives à l'accroissement démographique. Parmi ceux-ci il y a tout d'abord les facteurs liés au milieu. Ainsi, la mise en culture des terres de parcours a été d'autant plus forte que les sols étaient meubles (jigawa) faciles à défricher et à cultiver et que la pluviométrie était satisfaisante, d'où l'intense occupation du sol actuellement dans le centre sud du département (plus de 70 % des terres cultivées).

A l'inverse, la profondeur de la nappe et la difficulté de s'approvisionner en eau a freiné la colonisation de certaines zones (Ouest du département).

La sédentarisation progressive des pasteurs Peulhs qui se sont installés sur les zones de sol compact non encore défrichées où ils pouvaient trouver des parcours pour leurs troupeaux, est venue renforcer l'occupation de ces zones en partie délaissées par les Haoussas.

La diffusion des innovations techniques (fertilisants, traction attelée) constitue également un facteur de différenciation dans l'évolution des systèmes agro-pastoraux qu'il ne faut pas sous-estimer. Ce type de différenciation dans la région de Maradi est en relation étroite avec le niveau d'encadrement assuré par les structures de développement.

Enfin, la sécheresse, facteur que l'on espère conjoncturel s'est ajouté aux précédents pour accélérer l'évolution de relations qui s'avèrent de plus en plus antagonistes et conflictuelles entre agriculture et élevage.

Les différents systèmes agro-pastoraux qui ont résulté de l'action combinée de ces facteurs d'évolution peuvent être distingués sur la base de quelques critères relativement simples :

— la disponibilité en terre de culture inversement proportionnelle à l'importance des jachères ;

— la disponibilité en terre de parcours fortement liée au milieu physique (compacité des sols en particulier) ;

— l'aridité du climat ;

— la présence ou non sur le territoire villageois de Peulhs sédentarisés ;

— le niveau de technicité des agriculteurs.

Ces critères permettent de repérer les différents systèmes agro-pastoraux à partir desquels nous allons analyser l'évolution des formes d'association entre agriculture et élevage (Cf. tableau 1).

Nous décrirons cette évolution en partant des systèmes agro-pastoraux les plus proches de l'archétype décrit précédemment, c'est-à-dire de ceux où terre cultivable et parcours sont les plus abondants pour aller vers ceux où la saturation foncière est de plus en plus forte.

a) Les systèmes agro-pastoraux des zones pionnières

Ce sont ceux qui se rapprochent le plus de l'archétype. Parmi eux on peut distinguer **deux sous-types : celui des zones pionnières du nord du département** à la hauteur de la vallée de la Tarka, où l'implantation des villages est relativement récente, en général postérieure à 1930. Dans ces villages, la disponibilité en terre de culture et en parcours est importante. Mais l'aridité du climat ($P<300$ mm) oblige à une conduite extensive des cultures et des troupeaux qui relativise cette disponibilité.

La structuration du domaine cultivé en auréoles concentriques autour du Centre d'habitation ne s'est pas encore formée. L'existence sur le territoire villageois ou à sa périphérie immédiate, de jachères et de parcours permet aux troupeaux de s'alimenter sur place pendant toute l'année sans avoir besoin de transhumer vers d'autres régions.

L'entretien de la fertilité des sols est assuré d'abord par les jachères longues, ensuite par les transferts de fertilité assurés par les animaux des parcours vers le domaine cultivé. Mais rien n'est fait pour valoriser les déjections animales (fumier) et organiser la fumure organique des cultures (parcages).

La reproductibilité de ces systèmes est à long terme compromise par l'extension du domaine cultivé et à court terme par la sécheresse. Ces dernières années, celle-ci a entraîné l'abandon par leur population de la plupart de ces villages de la zone pionnière nord.

TABLEAU 1

CARACTÉRISTIQUES DES SYSTÈMES AGRO-PASTORAUX DE 5 VILLAGES DU PROGRAMME RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT

VILLAGES		SANKOMY		KOULOUM BOUTEY	GUIDAN TANIO		KODAROGO	TCHIZON	
		H	P		H	P			
Critères de différenciation des agro-systèmes villageois	Climat	1		2	2		2	2	1 sub-humide 2 semi-aride
	Disponibilité en terres de culture	1		3	1		1	2	1 faible
	Disponibilité en terres de parcours	1		3	1		1	1	2 moyenne
	Technicité (utilisation d'intrants)	2		2	1		3	3	3 élevée
	Ethnie	H + P		H	H	P	H	H	H Haoussa P Peulh
Degré de saturation foncière	Superficie village	845		2310	1100		560	2100	en ha
	Densité popul.	74		13	67		73	47	hab./km²
	Superficie/UP	9,2		46,2	10,1		9,6	17	
	sup. cultivée/actif	1,65		2,25	2,20		2	2,5	
	Charge animale	0,52		0,07	0,49		0,26	0,16	UBT/ha
Le cheptel	% Bovins	24	64	48	22	62	30	37	
	% Ovins	30	15	18	22	16	25	20	
	% Caprins	43	19	38	54	17	35	38	
	% Asins	3	2	6	2	2	10	2	
Sup. parcours + jachères/ UBT		0,48		10,08	0,40		0,35	1,89	
Bovins/exploitations		0,78	7,09	1,27	0,75	6,57	0,86	1,27	
Conduite des animaux	Bovins de production								+ oui — non
	. transhum. hivernage	(+)	+	—	+	+	+	—	
	. confiage perman.	+		(+)	+		+	—	() avant sécheresse
	— Ovins caprins								
	. en hivernage	P	—	—	P	—	—	—	P : maintenu au piquet dans concess.
	. conduite collective						+		
Fertilité	. fabrication fumier	+	+	—	+	+	—	—	+ important
	. parcage sur parcelle	—	+	—	—	+	—	—	— faible ou nulle
Fertilisation	récolte tiges sorgho	+		+	+	+	+	+	
	mil	(—)		—	+	—	(—)	—	
	. utilisation engrais	7		1	1,9		3,1	22,6	kg d'engrais/ha cultivé
	% exploitations	50	10	12	15	7	28	78	
Traction	Bovins de trait/expl.	0,33	0,66	0,73	0,18	0,28	0,44	0,73	
	% expl. équipées	8	3	38	8	11	49	41	

SOURCES : Unité de suivi-évaluation du Projet Maradi — Rapport D. DAVID

Le deuxième sous-type correspond aux villages installés également depuis une ou deux générations sur les zones de sol compact de la périphérie Est et Ouest du Département.

Les villages de Lily et Kouloum Boutey choisis comme villages test du programme Recherche-Développement sont de bons représentants de ce type. Ainsi, le village de Kouloum Boutey installé sur une colline de sol meuble (jigawa) entouré de vastes étendues de sol compact dévolues au parcours dispose d'un ratio terre agricole par actif agricole (13 ha/actif) qui est 5 à 6 fois plus élevé que dans les autres villages situés à la même latitude dans des zones d'occupation plus anciennes. Mais cette disponibilité en terre agricole ne se traduit pas par un ratio surface cultivée/actif (2,25 ha) nettement plus élevé que dans ces autres villages. Ceci s'explique non seulement par des surfaces faciles à cultiver relativement limitées mais aussi et surtout par une productivité du travail, liée au niveau d'équipement en traction, qui ne permet guère de cultiver plus de 2 ha par travailleur. Par ailleurs, en année normale cette surface cultivée assure l'autosuffisance de la famille ce qui n'incite guère à travailler des superficies plus grandes.

Il en résulte que **les disponibilités en terres de parcours sur le territoire villageois et à sa périphérie sont importantes** (10 ha de jachère et parcours/UBT). Ceci permet aux exploitations de disposer d'un cheptel important où les bovins sont deux fois plus nombreux que dans les exploitations des autres villages de la région, ce qui montre bien la liaison existant entre disponibilité en parcours et élevage bovin.

Grâce à l'importance du cheptel bovin, **la traction animale a pu se développer sans grande intervention extérieure**. Un peu plus du tiers des exploitations possèdent un attelage. Étant donné le rôle stratégique de cet attelage dans la mise en culture des sols compacts, la traction animale est susceptible de prendre une importance encore plus grande dans l'avenir.

En matière de conduite des animaux, les ressources fourragères existant au niveau du village permettent tout au long de l'année, de conduire chaque jour les troupeaux au pâturage (terre de culture et parcours périphériques en saison sèche, jachères et parcours en hivernage). Dans ces conditions le recours à la transhumance est sans intérêt.

Le confiage permanent d'une partie du cheptel bovin (naisseur) à des éleveurs Peulhs est cependant pratiqué et ceci, plus pour des raisons de main d'oeuvre que de manque de ressources fourragères.

A l'heure actuelle, ce système agro-pastoral assure un entretien à peu près satisfaisant de la fertilité du sol qui fait que les agriculteurs utilisent très peu de fertilisants minéraux (en moyenne 1 kg/ha cultivé).

Ce type de système pourrait sembler correspondre à un stade d'équilibre satisfaisant entre activités agricoles et pastorales s'il n'était pas menacé par deux risques de déstabilisation : d'une part les aléas pluviométriques qui peuvent à tout moment perturber profondément son fonctionnement comme ce fut le cas en 1983-84, d'autre part, la concurrence dans l'occupation de son espace agricole. Concurrence d'abord avec les agriculteurs de la zone Nord, chassés par la sécheresse et qui ont tendance à s'installer dans les villages où de la terre cultivable est encore disponible, ce qui jusqu'ici était parfaitement admis par les premiers occupants concurrence également de la part des pasteurs Peulhs qui choisissent de préférence pour se sédentariser les terrains de parcours de ces villages, de même que c'est sur ces parcours que viennent se réfugier les troupeaux des pasteurs Peulhs nomades, les années de sécheresse. Il en résulte que de contractuels et de bon voisinnage, les rapports entre les communautés Peulhs et Haoussas sont en voie de devenir de plus en plus conflictuels.

b) Les systèmes agro-pastoraux en voie de saturation

Ce sont ceux qui ont actuellement l'extension spatiale la plus grande. Ils se présentent sous des formes très variées qu'il n'est pas possible de détailler ici. Nous nous limiterons à l'analyse de l'évolution des relations entre agriculture et élevage au sein de ces systèmes. **Pour cela il est nécessaire de distinguer au préalable deux grands types de situation.**

- **Le premier correspond aux villages dont le territoire est essentiellement constitué par des sols meubles (jigawa). Dans ces villages la mise en culture a pratiquement fait disparaître les parcours et l'occupation humaine est de type Haoussa.**

- Le deuxième est celui des villages où se rencontrent à la fois des sols meubles et des sols compacts (geza). Dans ces villages subsistent des parcours sur les sols compacts et la population est en règle générale constituée d'Haoussas auxquels sont venus se joindre des Peulhs installés en petites concessions à la périphérie des terres de culture des Haoussas.

L'évolution des relations entre agriculture et élevage dans les villages Haoussas.

En zone de jigawa, **l'évolution des systèmes agro-pastoraux avec l'accroissement de la pression foncière se traduit** au niveau de l'utilisation de l'espace **par des caractéristiques faciles à identifier** :

— **une structuration des terres cultivées en auréoles** concentriques aux centres d'habitations,

— **une réduction progressive des jachères** pouvant aller dans les villages les plus anciens jusqu'à leur disparition presque complète (Sankomy).

Par ailleurs, contrairement à ce à quoi on pouvait s'attendre, la diminution des ressources fourragères en provenance des jachères et des parcours ne s'est pas accompagnée d'une baisse sensible de la charge animale/ha. Ceci s'explique par une utilisation plus systématique des résidus de culture (adventices, tiges de mil et de sorgho, fanes de légumineuses) et par un recours plus important à des aliments de complément achetés (son en particulier).

Cela semblerait également confirmer ce qui a été montré par QUILFEN et MILLEVILLE (1981) au Burkina Faso, à savoir que la mise en culture des terres dans ce type de région procure, par les sous-produits qui en résultent, des ressources fourragères équivalentes à celles provenant des parcours originels.

Par contre, le phénomène le plus marquant qui accompagne cette évolution est le changement de composition du cheptel au sein des exploitations. Les bovins régressent très sensiblement, leur proportion passe de 50 à 30 % du cheptel moyen, des exploitations tandis que le nombre de petits ruminants reste remarquablement stable (aux environs de 10 têtes par exploitation).

Cette stabilité peut s'expliquer par le fait que cet élevage, en majeure partie approprié par les femmes peut

être nourri avec les produits de désherbage et les résidus de culture en hivernage et de ce fait il est moins affecté que les bovins par la disparition des jachères et des parcours. C'est la main d'oeuvre disponible pour pourvoir à son alimentation en période de soudure qui semble déterminer son importance.

Autre évolution remarquable mais d'importance très variable suivant le niveau d'encadrement, est la substitution du cheptel bovin extensif par le cheptel de trait. Dans certains villages celui-ci représente plus de la moitié des bovins présents dans les exploitations (Tchizon-Kouregué).

L'évolution des systèmes agro-pastoraux consécutive à l'extension du domaine cultivé se traduit également par des changement importants dans la conduite des animaux.

En ce qui concerne les bovins, on voit se développer les pratiques de confiage des animaux de production à des éleveurs Peulhs. Ce confiage donne lieu à des transhumances saisonnières, essentiellement durant l'hivernage, période la plus contraignante pour l'alimentation du bétail. Mais dans les villages les plus densément occupés, ce confiage peut être permanent. Les profits qu'en tirent les propriétaires deviennent alors très minimes.

Quant aux petits ruminants, leur mode de conduite est en relation étroite avec le degré de saturation foncière. Lorsque subsistent des jachères et quelques parcours périphériques en général les animaux sont confiés aux enfants qui les conduisent tous les jours par troupeaux individuels au pâturage (jachère et parcours en saison des pluies, terres de culture et parcours en saison sèche). Lorsque les jachères et parcours sont plus limités chèvres et moutons peuvent être conduits au pâturage en troupeau collectif sous la responsabilité d'un berger Peulh (cas du village de Kodarogo). Enfin quand la quasi totalité du finage villageois est cultivé, les petits ruminants restent en permanence dans les concessions durant tout l'hivernage. Attachés au piquet, ils sont nourris avec les résidus de culture et les sous-produits d'alimentation humaine (son de mil).

Si l'on considère maintenant les rôles que joue l'élevage dans le fonctionnement des agro-systèmes on note également des différences très nettes suivant le stade d'évolution de ces systèmes et leur degré de saturation foncière.

En ce qui concerne **l'entretien de la fertilité des sols**, très schématiquement on passe par les étapes suivantes:

Dans les systèmes agro-pastoraux correspondant à l'archétype décrit précédemment, l'entretien de la fertilité comme cela a déjà été noté est surtout assuré par les jachères longues, les animaux conduits pendant de longues périodes sur les parcours ne jouant qu'un rôle d'appoint. De ce fait, certains ont assimilé ce système à celui de la culture itinérante (H. RUTHENBERG, 1983).

Au fur et à mesure que les parcours sont mis en culture et tant que les animaux restent sur le territoire villageois, leur rôle dans la gestion de la fertilité des sols devient plus déterminant. A ce stade, une bonne intégration de l'agriculture et de l'élevage permet d'assurer un entretien correct de la fertilité dans les premières auréoles de culture notamment par la pratique du parcage des troupeaux sur les parcelles les plus appauvries. Dans les auréoles externes, la jachère conserve par contre un rôle primordial dans la restauration périodique de la fertilité des sols.

Quant après la disparition des parcours, la jachère se met à son tour à régresser, la situation devient alors très critique. En effet, cette évolution s'accompagne d'une réduction du cheptel bovin et d'un développement des pratiques de confiage des animaux qui diminuent les possibilités de restitution organique sur les terres de culture du village.

La récolte des tiges de céréales marque la phase actuellement la plus avancée de cette évolution. Les ressources fourragères spontanées ayant pratiquement disparu, les agriculteurs s'approprient les résidus de culture autrefois laissés sur le champ (tiges de mil et de sorgho) afin de constituer des réserves alimentaires pour nourrir leurs animaux contraints de rester dans les concessions durant la saison de culture et pour assurer la soudure en fin de saison sèche.

Une telle pratique retentit sur la gestion de la fertilité car elle supprime les possibilités de contrats de fumure avec les éleveurs Peulhs transhumants et diminue les restitutions organiques qui accompagnent la vaine pâture.

C'est à ce stade que sont parvenus les villages où la saturation foncière est la plus forte (taux d'occupation <70 %). Dans ces villages on note deux types de comportement. Il y a ceux qui subissent passivement cette évolution régressive. Les rendements y sont médiocres (3 à 6 qx/ha pour le mil), la paupérisation s'accroît et l'exode, des jeunes notamment, s'accélère (Bakachenta). A l'inverse, d'autres villages tentent d'assurer un entretien de la fertilité de leur terre en recourant à la fertilisation minérale. Ce sont ceux qui bénéficient d'un encadrement privilégié des services de l'agriculture (Tchizon Kouregué) ou qui mettent à profit leur proximité du Nigéria pour s'approvisionner à bon marché en fertilisants (Sankomy).

Pour ce type de village dont l'évolution préfigure celle de la majorité des villages de la région, le recours aux engrais minéraux paraît être une solution non seulement logique mais également économique justifiée compte tenu de la bonne réponse des cultures aux engrais (OGIER, 1983).

Cette option ne signifie pas pour autant l'abandon de la fertilisation organique, bien au contraire et des progrès considérables restent à faire pour mieux la valoriser (fertilisation de fumier, fosses fumières). Cependant si cette fertilisation organique est agronomiquement souhaitable, elle n'est pas pour autant suffisante pour assurer un bilan équilibré entre ressources et besoins en éléments fertilisants notamment en ce qui concerne le phosphore (DAVID, 1984). Dans des régions comme celle de Maradi ce serait donc une erreur de penser que l'entretien de la fertilité peut être correctement assuré par la seule association de l'agriculture et de l'élevage.

L'autre rôle très important que l'élevage est appelé à jouer dans le fonctionnement des agro-systèmes est la traction.

Au cours de ces dernières années on a assisté à un développement considérable de la traction animale. Dans plusieurs villages de la zone sud, plus du tiers des exploitations disposait d'une attelage en 1984. Le rôle des structures d'encadrement et en particulier du Projet de Maradi a été décisif dans ce développement notamment par le biais des centres de promotion rural (CPR) qui en formant des jeunes et en leur fournissant à bon compte attelage et matériel ont été des instruments efficaces dans la vulgarisation de cette nouvelle technologie.

A la suite de cette impulsion on assiste actuellement à

un développement autonome de la traction attelée dans les villages, attestée par le fait que près de 70 % des attelages sont désormais acquis directement par les paysans et payés au comptant.

Dans cette dynamique, l'utilisation de l'attelage pour le transport a joué un rôle important en permettant un amortissement rapide de l'investissement initial. Dans les villages test du programme Recherche-Développement, 65 % des exploitations équipées possèdent une charette (LEGAL, 1984). Ce mode d'utilisation de la traction animale élargit la période d'emploi des attelages et joue un rôle stratégique dans la récupération des sous-produits de culture après la récolte.

Mais les rôles et fonctions de la traction attelée dans la dynamique des agro-systèmes ne se limitent pas au seul transport.

La traction attelée acquise surtout au départ par les chefs de concession peut être un moyen de renforcer leur contrôle social sur les autres membres de la concession. Ce contrôle qui traditionnellement se traduit par la mobilisation d'une partie du travail des dépendants, cadets et femmes, a tendance à se réduire avec le processus d'éclatement des exploitations auquel on assiste actuellement. La possession par les chefs d'exploitations, d'un attelage qui peut être utilisé sur d'autres parcelles que celles qu'ils cultivent directement leur permet de consolider des relations de dépendance qui ont tendance à dépérir.

L'appropriation dominante des attelages par les chefs d'exploitation explique aussi que leur utilisation pour les travaux agricoles ne concerne pratiquement que les «Gandu», champs collectifs sous leur contrôle et très peu les «gamana», champs individuels des dépendants et en particulier des femmes.

Lorsqu'on examine le rôle de la traction dans l'évolution des agro-systèmes on est conduit à se poser la question de savoir dans quelle mesure la traction attelée influe sur la productivité des terres ? Est-elle facteur d'intensification par l'amélioration des techniques de culture ou au contraire comme certains le pensent, facteur d'extensivité en permettant un agrandissement du domaine cultivé ?

En réalité, dans la région de Maradi il s'avère que la traction attelée a surtout eu comme effets :

1 — d'accroître la productivité du travail sans pour autant renforcer significativement la tendance actuelle d'extension des terres cultivées. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'accession à la traction attelée concerne les exploitations ayant déjà une bonne base foncière ainsi que les villages où la mise en culture des terres était déjà très avancée. Dans le nord du département où il existe encore des terres de cultures disponibles, la traction attelée est très peu représentée.

2 — de transformer le mode de conduite des cultures dans les sens de l'intensification; mais cela, pas tellement par une amélioration des techniques en relation directe avec la traction attelée (travail du sol, semis etc...) mais plutôt par un changement de comportement des agriculteurs vis-à-vis de la conduite globale de la culture. En effet, on a pu constater (DAVID, 1984) que lorsque les agriculteurs pratiquent la culture attelée, ils adoptent plus volontiers les améliorations techniques qui leurs sont recommandées par la vulgarisation, en particulier la fertilisation minérale, l'utiisation de semences améliorées et bien entendu le semis en ligne, et la culture pure. Par ailleurs, ils effectuent plus vite et plus tôt le sarclage de leurs cultures.

Ce changement d'attitude est particulièrement intéressant car il laisserait supposer que le passage en culture attelée constitue pour les agriculteurs un saut qualitatif dans la conduite globale de leur culture.

Enfin, on ne peut omettre de considérer le rôle économique de la traction attelée dans les exploitations indépendamment de son effet éventuel sur l'amélioration des rendements. Jusqu'à la sécheresse de ces dernières années, la rentabilité de la traction attelée était en général très satisfaisante et permettait un amortissement des investissements initiaux au bout de 3 à 4 ans. Cette rentabilité financière était assurée par les prestations de service (transport, travaux à façon pouvant apporter plus de 100.000 CFA/an*) et la revente des animaux de façon échelonnée après 3 à 5 ans d'utilisation avec une plus value due à l'engraissement des animaux de 20.000 à 40.000 CFA.

Ce développement de la traction attelée représente donc un facteur d'évolution important des systèmes de production de la région. D'une part il suscite un changement des pratiques culturales dans le sens de l'intensification, d'autre part, il s'accompagne d'une profonde transformation de l'élevage bovin au sein des exploitations. Cette transformation se traduit comme cela a déjà été noté, par le remplacement progressif des bovins naisseurs par les bovins de traits dont la conduite est toute différente. Très intégrés dans l'exploitation ils bénéficient d'une alimentation privilégiée. En hivernage c'est à eux que l'on réserve de préférence les petits îlots de jachère subsistant au sein de la zone cultivée ; c'est pour eux que l'on fait des réserves fourragères en stockant notamment les résidus de culture (fanes d'arachide, tiges de mil et sorgho...) et les aliments de compléments achetés (son, fourrages) leurs sont destinés prioritairement.

D'un élevage extensif de cueillette dont l'intérêt économique et financier était bien faible et aléatoire, on passe avec les bovins de trait à un élevage intégré plurifonctionnel.

Sa plus grande intégration dans les exploitations devrait permettre, ce qui est encore très peu et très mal fait, une récupération systématique des féces pour fabriquer du fumier.

Reste à s'interroger sur l'effet du développement de cette traction attelée sur les structures agraires. Tant que l'accession à ce mode de production ne concerne que les exploitants les plus aisés des villages, il est à craindre qu'elle n'accroisse la disparité au sein de ces villages et compromette la politique de développement communautaire souhaité par les pouvoirs publics. Mais cette évolution n'est pas forcément inéluctable et on a vu ailleurs se développer la traction attelée sans qu'apparaissent des inégalités flagrantes entre exploitations, bien au contraire (Siné Saloum Sénégal, Ph. LHOSTE, 1984).

Les relations agriculture-élevage dans les villages mixtes

Après avoir examiné la nature et l'évolution des relations agriculture-élevage dans les agro-systèmes villageois de type Haoussa voyons maintenant en quoi ces relations sont différentes dans les agro-systèmes mixtes où cohabitent Peulhs et Haoussas.

* 100 francs CFA = 2 francs français.

Le fonctionnement de leurs systèmes de production étant relativement distinct malgré l'existence de certaines relations, on peut analyser séparément la situation de chacun des groupes ethniques.

Pour les Haoussas, l'installation de façon permanente de campements Peulhs sur les terrains périphériques au village autrefois dévolus au parcours, a pour première conséquence de les priver de ces parcours et d'accroître la pression de pâturage sur les zones cultivées au moment de la vaine pâture si bien que leur situation se rapproche de celle qui a été décrite pour les agro-systèmes Haoussas les plus saturés : régression du cheptel bovin de production, maintien des petits ruminants au piquet dans les concessions durant l'hivernage, difficulté d'assurer par le biais des animaux une gestion correcte de la fertilité des sols (cas des villages de Sankomy et Guidan Tanio).

Par ailleurs, les difficultés d'affouragement des animaux et la proximité d'éleveurs Peulhs favorise la pratique du confiage saisonnier ou permanent des bovins.

La nature des relations entre agriculture et élevage est tout à fait différente dans le cas des systèmes de production Peulhs. Sans entrer dans le détail de leur fonctionnement, les caractéristiques principales qui singularisent ces systèmes sont les suivantes :

Tout d'abord, une charge animale par exploitation comme par actif agricole 3 à 4 fois plus élevée que dans les exploitations Haoussas voisines avec en particulier un cheptel bovin 8 à 10 fois plus important.

L'importance de cet élevage permet un entretien correct de la fertilité des sols. Cet entretien est facilité par le caractère dispersé des campements Peulhs où l'on note une bonne intégration des cultures et des animaux et la pratique au sein de l'espace cultivé par chaque campement d'une rotation pluriannuelle des cultures, des parcages d'animaux et même des lieux de résidence.

Ce bon entretien de la fertilité des sols a permis aux Peulhs sédentaires de mettre en valeur des terres délaissées jusqu'ici et d'obtenir en année à pluviométrie normale des rendements souvent plus élevés que ceux obtenus par les Haoussas avec une utilisation très minime d'engrais minéraux.

Aussi est-on tenté de considérer ces systèmes comme des modèles d'une association entre agriculture et élevage assurant une production satisfaisante avec une grande autonomie de moyens. Cependant, il faut bien voir que ces systèmes monopolisent, au détriment des agriculteurs Haoussas, l'essentiel des ressources pastorales du village et profitent de la vaine pâture sur l'ensemble du domaine cultivé bien au-delà de leurs propres parcelles. Le confiage par les Haoussas d'une partie de leurs bovins aux éleveurs Peulhs permet à ceux-ci de justifier une telle pratique.

Une autre caractéristique des systèmes agro-pastoraux des Peulhs sédentaires est la faible utilisation de la traction attelée. Cela peut paraître paradoxal si l'on considère l'importance du cheptel bovin, mais cette situation s'explique à la fois par la rémanence des fonctions traditionnelles dévolues aux troupeaux bovins (capitalisation, production de lait, fumure, etc..) et aussi par le fait que jusqu'ici les campements Peulhs ont été peu touchés par les actions de vulgarisation des organismes de développement rural. Cette situation est d'autant plus regrettable que les sols sur lesquels ils se sont installés (sol compacts) sont difficiles à travailler manuellement et gagneraient à être mis en valeur par la traction attelée.

LES EFFETS DE LA SÉCHERESSE

L'analyse de l'évolution des systèmes agro-pastoraux de la région de Maradi ne serait pas complète si on omettait de prendre en considération les effets de la sécheresse qui a frappé cette région, comme l'ensemble du Sahel, au cours des dernières années. Cette sécheresse a eu pour première conséquence de réduire les disponibilités fourragères provenant aussi bien des parcours et jachères que des zones cultivées. Il en a résulté une baisse sensible des effectifs qui en 1984 a été évaluée au tiers du cheptel. Cette baisse s'est accompagnée d'une évolution de la structure des troupeaux : les bovins ont régressé beaucoup plus que les petits ruminants mieux adaptés à la sécheresse, en particulier les caprins. La diminution du cheptel bovin a surtout concerné les jeunes animaux.

- Le développement de la traction attelée particulièrement spectaculaire dans les villages du sud a été notablement freiné par suite notamment de la baisse des revenus provenant de la revente des animaux de trait.

- La transhumance, en particulier vers les zones nord est devenue périlleuse sinon impossible (50 % de mortalité dans certains troupeaux partis en transhumance en 1984). Aussi, les pratiques traditionnelles de confiage des bovins Haoussas aux éleveurs Peulhs et de contrat de fumure avec les transhumants ont-elles tendance à fortement diminuer.

La pratique de la récolte des résidus des cultures de mil et de sorgho s'est accentuée avec la sécheresse de même que la dégradation de la végétation arbustive et avec elle, des pâturages aériens. Toutes ces évolutions se conjuguent pour rendre l'entretien de la fertilité des sols de plus en plus déficient, ce qui accroît encore des effets de la sécheresse sur la production du fait de la forte interaction dans ces zones entre le niveau de fertilité des sols et l'alimentation hydrique des cultures.

En conclusion, il apparaît que la sécheresse est venue renforcer les effets de la saturation et précipiter l'évolution générale des systèmes agro-pastoraux vers des situations de crise où leur reproductibilité ne peut plus être assurée. Après une période d'extension des cultures et des troupeaux vers le nord, la sécheresse provoque un reflux vers la zone sud déjà densément occupée qui accentue les problèmes de coexistence entre activités agricoles et pastorales.

Cette évolution se traduit par une individualisation des stratégies de gestion des exploitations ce qui peut constituer un handicap dans la mise en oeuvre de la politique de développement villageois souhaité par le gouvernement. Elle va aussi dans le sens d'une plus grande intégration de l'élevage dans les exploitations et une évolution de ses fonctions. Ce changement de comportement des agriculteurs-éleveurs est une donnée importante à considérer dans les plans de développement de la région où le rôle de l'élevage et son intégration à l'agriculture ont été jusqu'ici insuffisamment pris en compte.

BIBLIOGRAPHIE

BRASSET P., KOECHLIN J., RAYNAUT M., 1984. — Rapport de mission socio-géographique. Proposition pour un zonage agro-écologique du Département de Maradi. — Université de Bordeaux II. — Projet de Développement Rural de Maradi. 302 p.

DAVID D., 1985. — Étude des systèmes d'élevage et de l'association agriculture-élevage dans cinq villages du sud du département de Maradi. — Mémoire ESAT, 150 p. —CIRAD-DSA.

GRANIER P., 1976. — Étude des modes d'élevage et des possibilités de développement. ACC lutte contre l'aridité. — UEE de MAYAYI - DGRST - IEMVT.

JOUVE Ph., 1984. — Typologie des agrosystèmes villageois du Département de Maradi. Proposition pour un programme de Recherche-Développement. — CIRAD/GERDAT — 80 P. — DSA Montpellier.

KOECHLIN J., 1980. — Rapport d'étude sur le milieu naturel et les systèmes de production. — Université de Bordeaux II —DGRST/CAT — 94 p.

LECLERQ P., 1977. — Propositions pour le développement et l'amélioration de l'élevage. ACC lutte contre l'aridité. —DGRST-IEMVT.

LEGAL P.Y., 1984. — Programme Recherche-Développement : systèmes de production agricole et systèmes de culture - 1ers résultats. — Projet développement rural Maradi — 78 p. + tableaux et annexes. 79 p.

LHOSTE Ph., ORSINI J.P., BOUCHER A., 1984. — Enquêtes en milieu agropastoral au Siné-Saloum au Sénégal. — LECSA -INRA -GERDAT - ISRA DAKAR.

MILLEVILLE P., COMBES J., MARCHAL J., 1982. — Systèmes d'élevage de l'Oudalan - Étude de cas. — 126 p. — ORSTOM -République de Haute-Volta.

OGIER J., 1983. — Bilan technique de la recherche appliquée. Doc. roneo 41 p. Projet de développement rural de Maradi.

QUIFEN J.P., MILLEVILLE P., 1981. — Résidus de récolte et fumure animale : un aspect des relations agriculture-élevage dans le nord de la Haute-Volta. —AgronomieTropicale 38-3. — pp. 206-212.

RAYNAUT CI., 1980. — Recherches multidisciplinaires sur la région de Maradi. — Rapport de synthèse. — Université de Bordeaux II. - DGRST. 80 p. 12 cartes.

ROESCH M., 1984. — Des exploitants agricoles face au commerce privé et à un projet de développement rural. Le cas de la région de Maradi (Niger). — Mémoire de DEA — Université Montpellier I — 99 p.

RUTHENBERG H., 1983. — Farming systems in the tropics. Clarendon Press — Oxford.

37

Recherches sur les systèmes de production et Recherche-Développement en agriculture.

Philippe JOUVE

Cours ICRA Montpellier 1991

RECHERCHES SUR LES SYSTEMES DE PRODUCTION ET RECHERCHE-DEVELOPPEMENT EN AGRICULTURE

Définitions et commentaires (1)

Philippe JOUVE

CNEARC/CIRAD

INTRODUCTION

Approche systémique, recherche sur les systèmes de production et recherche-développement sont des notions devenues courantes ces dernières années. Elles recouvrent des réalités et des pratiques fort diverses qui peuvent être source de confusion et entrainer à terme, si cette confusion devait durer, un discrédit de ces recherches et de ses démarches.

C'est pourquoi nous tenterons de préciser ces différentes notions en rappelant auparavant les raisons qui sont à l'origine de l'intérêt qu'elles ont suscité aussi bien de la part des chercheurs que des responsables du développement rural.

Nous verons ensuite les différences et complémentarités qui existent entre recherches sur les systèmes de production et recherche-développement. Puis nous donnerons quelques indications sur les conditions et modalités de leur mise en oeuvre.

1- GENESE DE L'INTERET PORTE A L'APPROCHE SYSTEMIQUE ET A LA RECHERCHE-DEVELOPPEMENT

L'intérêt pour ces méthodes et démarches nouvelles est né du fréquent constat d'échec en ce qui concerne le transfert des acquis de la recherche agronomique en milieu paysan et plus globalement l'impact des programmes et projets de développement rural.

Ces projets et programmes ont mobilisé et continuent de mobiliser d'importantes ressources humaines et financières. Or, force est de reconnaître que bien peu d'entre eux ont permis d'apporter des solutions satisfaisantes aux problèmes que rencontrent les agriculteurs des pays en voie de développement, qu'il s'agisse de la faiblesse et de l'irrégularité de leurs productions, de la dégradation de leur environnement ou de l'inorganisation des marchés. Si une telle situation devait se prolonger, en accentuant l'endettement des états et des agriculteurs, elle constituerait une cause supplémentaire de sous développement.

Ce constat de situation a suscité une prise de conscience de la **nécessité de modifier les méthodes et démarches traditionnelles en matière de recherche et de développement rural.**

---

1 Texte revu et corrigé d'une communication au Séminaire National sur la liaison recherche-développement, vulgarisation organisé à Bamako, Mali, du 27 au 31 octobre 1986 avec le concours de la FAO

Les modifications à apporter se fondent sur un certain nombre de recommandations qui font désormais l'objet d'un très large consensus de la part des différentes parties concernées (chercheurs, opérateurs de développement rural, bailleurs de fond...). Ces recommandations peuvent se résumer comme suit :

1. **Mieux prendre en compte les conditions réelles de la production agricole dans la définition des programmes de recherche et de développement.**
En particulier, **mieux tenir compte de la diversité des conditions et modalités d'exploitation** du milieu par les communautés rurales.

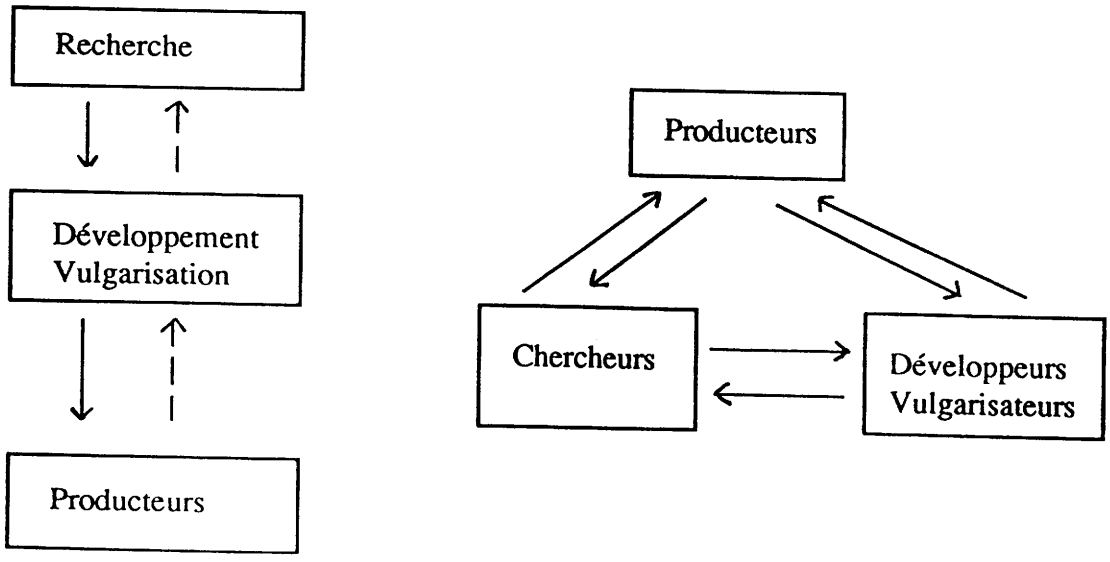
2. **Considérer que changements techniques et changements économiques et sociaux sont complémentaires et en étroite interaction.** Ceci se traduit par la nécessité de prendre en compte dans la définition et la mise au point des innovations techniques et technologiques que l'on souhaite promouvoir, les conditions sociales et économiques de leur appropriation par les producteurs.
Compte tenu de la rémanence des comportements socio-culturels de la plupart des sociétés rurales traditionnelles cela conduit à abandonner l'idée d'une rupture brutale dans l'évolution de ces sociétés au profit de la recherche de transformations progressives de leur fonctionnement.

3. **Toute transformation des conditions et modalités d'exploitation du milieu rural nécessite l'adhésion des producteurs** qui ont en charge cette exploitation. Ce sont eux en dernière instance les "**décideurs**". Il apparait donc indispensable de **les associer à la conception, l'exécution et l'évaluation des programmes et projets de développement rural.**

Mais si l'on veut aller au delà de la simple déclaration de principe, il est nécessaire **d'aider les agriculteurs à s'organiser pour qu'ils puissent effectivement prendre plus de responsabilités dans les processus de développement** et ainsi réduire leur dépendance et donc souvent leur résistance, vis-à-vis de la tutelle des pouvoirs publics et organismes de développement.

En particulier, cela entraîne, comme l'ont très bien montré R. Tourte et R. Billaz (1) une transformation radicale des relations entre recherche et développement.

A la démarche traditionnelle qui peut-être qualifiée de linéaire et descendante ils ont proposé de substituer **une relation triangulaire réciproque entre** les trois acteurs principaux du développement que sont **les producteurs, les chercheurs et les développeurs ou vulgarisateurs** et qui fonde la démarche recherche-développement.



Une caractéristique essentielle de cette nouvelle démarche est l'importance donnée à l'analyse préalable des conditions et modalités de production. C'est à partir de cette analyse que seront diagnostiqués les freins à la mise en valeur équilibrée du milieu et définies les orientations prioritaires des programmes de recherche et de développement. C'est également par l'analyse et le suivi du milieu rural que pourront être définies les conditions et modalités d'appropriation des innovations techniques et sociales proposées par la recherche et le développement.

Mais l'analyse des conditions et modalités de l'exploitation agricole du milieu dans toute leur diversité et leur complexité, de même que l'adaptation des innovations à cette diversité, **nécessite des outils et méthodes appropriés.** Nous pensons que l'approche systémique peut fournir une partie importante de ces outils et de ces méthodes.

2. L'APPROCHE SYSTEMIQUE DE LA PRODUCTION AGRICOLE

Système est un terme "orphelin" qui n'a guère de sens si l'on ne précise pas la nature du ou des systèmes auxquels on s'intéresse. De même, **la démarche systémique n'est pas l'apanage d'une discipline scientifique particulière,** tout chercheur comme tout opérateur de développement peut y recourir dans la conduite de ses travaux et activités. Aussi nous parait-il nécessaire :

. de rappeler tout d'abord les caractéristiques générales de l'approche systémique ;

. de présenter ensuite ses conséquences et en particulier les objets d'étude qui lui correspondent dans le domaine de la production agricole et de l'analyse du milieu rural.

2.1. Définition et caractéristiques de l'approche systémique

a- L'approche systémique et l'approche analytique

Si, historiquement, la démarche analytique s'est avérée fort utile à l'identification, à la description et au classement des phénomènes étudiés par les scientifiques, elle s'est par contre, révélée de peu d'efficacité pour rendre compte des mécanismes de fonctionnement d'ensembles complexes. C'est pourquoi au cours des dernières décennies on a vu se développer une autre démarche scientifique basée sur l'étude des systèmes.

Cette démarche se différencie de la précédente par sa volonté d'être synthétique et compréhensive. Pour cela, elle donne la primauté à l'étude des relations entre les éléments du système et entre ceux-ci et leur environnement plutôt qu'au dénombrement et à la description de ces éléments.

Une telle démarche s'est trouvée particulièrement adaptée à l'étude des réalités dont le déterminisme résulte d'interactions entre de nombreuses composantes et que l'on regroupe sous l'appellation générale de **"systèmes complexes"**.

De ce fait, il est apparu qu'elle pouvait être une méthode utile pour aborder à différentes échelles les problèmes posés par le développement agricole et rural.

Mais la mise en oeuvre de cette nouvelle approche à caractère synthétique se heurte au cloisonnement traditionnel des disciplines qui étudient l'exploitation agricole du milieu. Pour qu'elle devienne opératoire il faut donc inventer de nouvelles pratiques de recherche basées sur la pluridisciplinarité.

Pour cela il importe de **définir** avec le maximum de clarté, **d'une part les principes méthodologiques** de base qui caractérisent l'approche systémique et qui s'imposent à tous, **d'autre part les objets d'étude** auxquels cette approche correspond dans le domaine de la production agricole et de l'exploitation du milieu rural.

b. Quelques principes méthodologiques de l'approche systémique

Un système peut se définir comme un ensemble d'éléments liés entre eux par des relations lui conférant une organisation en vue de remplir certaines fonctions.

De cette définition il ressort : qu'un système en tant qu'ensemble d'éléments organisés est d'abord une structure et que son organisation résulte des relations qui assurent le fonctionnement du système. On peut dire en résumé qu'un **système est une structure finalisée.**

Il découle de cette définition un certain nombre de conséquences méthodologiques qu'il nous semble utile de préciser :

- D'une façon générale l'étude d'un système quel qu'il soit comprendra deux parties, d'une part l'identification de sa structure, c'est-à-dire de ses limites et de la nature de ses éléments, d'autre part l'étude de son fonctionnement, c'est-à-dire des relations fonctionnelles qui s'établissent entre les éléments du système et entre ceux-ci et son environnement dans le cas le plus fréquent de systèmes ouverts.

Il va de soi que seule l'étude des mécanismes de fonctionnement permet à la démarche systémique d'être compréhensive. or, trop souvent, les études de systèmes se limitent à de simples descriptions de structures.

- Le fonctionnement d'un système quel qu'il soit, peut être appréhendé par **l'étude des flux d'énergie, de matière et d'information** auquel ce fonctionnement donne lieu, au sein du système et avec son environnement. L'évaluation de ces flux constitue un excellent moyen pour comparer les systèmes entre eux et juger de leur efficience.

Mais dès lors qu'il s'agit de systèmes dont le fonctionnement est sous la dépendance de décisions humaines, comme c'est le cas pour les systèmes agricoles, **la compréhension du fonctionnement de ces système passe nécessairement par l'analyse de ces décisions**, c'est-à-dire par l'étude de leur genèse et de leurs conséquences sur la marche du système.

- Les relations fonctionnelles qui rendent compte du fonctionnement d'un système sont souvent difficiles à décrire d'où **l'intérêt d'utiliser des modèles** de représentation, qui permettent en outre d'affiner la compréhension du système.

Ces modèles sont de nature très variée. Cependant, on peut en distinguer deux grandes catégories : **les modèles qualitatifs**, qui sont essentiellement cognitifs (exemple type : le schéma d'élaboration du rendement d'une culture) et **les modèles quantitatifs** qui permettent de faire des prévisions et donc de simuler des évolutions possibles (exemple : les modèles de bilan hydrique).

- Un système ne peut exister et donc être étudié que s'il présente une certaine pérennité dans sa forme, sa structure et ses fonctions. Maix cette permanence n'est pas synonyme de stabilité de ses éléments. Au contraire, dans la plupart des systèmes cette permanence est assurée par une série d'échanges entre leurs éléments et entre ceux-ci et l'extérieur (phénomène d'homéostasie). Ces échanges qui peuvent être appréhendés en terme de flux (énergétique, de matière, etc...) constituent comme nous l'avons vu une caractéristique importante du fonctionnement des systèmes.

Par ailleurs, les systèmes évoluent au cours du temps, aussi **l'analyse des modes et condition de leur reproduction** dans le temps constituent-elle **un thème essentiel de l'étude du fonctionnement des systèmes.** Cette étude se fera de manière différente suivant le point de vue auquel on se place. Ainsi, en matière de système de production, l'économiste privilégiera l'étude des mécanismes de reproduction de l'appareil de production tandis que l'agronome s'intéressera à la viabilité du fonctionnement technique du système, notamment à travers l'étude des mécanismes d'entretien de la fertilité des sols. En résumé, l'étude des systèmes doit être nécessairement diachronique si l'on veut pouvoir se prononcer sur leurs perspectives d'évolution.

- Enfin, il nous semble important de souligner que **les systèmes ont très généralement un caractère hiérarchisé.** Ce caractère provient du fait qu'un système est rarement un ensemble isolé. Généralement, il s'intégre dans des ensembles plus vastes constituant des systèmes d'ordre supérieur et lui-même inclut des systèmes d'ordre inférieur. La reconnaissance de cette hiérarchisation est une des conditions pour clarifier la pratique pluridisciplinaire que l'étude des systèmes rend nécessaire, car **à chaque niveau d'organisation correspond des outils et méthodes d'étude particuliers.**

C'est précisément à partir de cette caractéristique générale de hiérarchisation que nous allons identifier les systèmes qui intéressent l'exploitation agricole du milieu.

En ce qui concerne cette exploitation on peut considérer **différents niveaux d'organisation** (2), c'est-à-dire différents systèmes, emboîtés les uns dans les autres et correspondant, en première approximation, à des unités de production ou territoriales particulières comme indiqué ci-dessous.

Niveau d'organisation	**Unités spatiales et de production**
Système de culture	parcelles-champs
Système d'élevage	troupeaux
Système de production	exploitation
Système agraire	région

Chacun de ces niveaux d'organisation bien qu'ayant une identité propre est en inter-relation avec les autres niveaux d'organisation.

2.2. Les différents niveaux d'organisation de la production agricole

Nous nous limiterons à définir les principaux "systèmes" qui sont à prendre en compte dans l'analyse et le suivi des conditions et modes d'exploitation du milieu rural, en vue de mettre en oeuvre la démarche Recherche-Développement, à savoir les systèmes de culture et d'élevage, les systèmes de production et les systèmes agraires.

- **Systèmes de culture**

Il se définit comme "**un ensemble de parcelles cultivées de façon homogène et en particulier soumises à la même succession culturale**".

La caractérisation d'un système de culture nécessite l'identification :

. des cultures pratiquées (espèces et variétés)

. des successions de cultures dans le temps et de leurs éventuelles associations dans l'espace

. des caractéristiques principales des itinéraires techniques adoptées pour conduire les cultures.

L'étude du fonctionnement d'un système de culture passe notamment par l'analyse des décisions prises par les agriculteurs qui déterminent ces différentes caractéristiques. Les rendements, quant à eux, ne sont pas à placer sur le même plan que ces caractéristiques, ils sont plutôt à considérer comme un critère d'efficience du système, au même titre que la productivité du travail.

Il est important de noter que **le concept de système de culture peut être utilisé à différentes échelles**. Au sein d'une exploitation il permet de distinguer des groupes de parcelles exploitées de façon similaire (ex. : parcelles de cultures pluviales en rotation mil-arachide et parcelles irriguées portant une succession maraîchère).

A l'échelle d'un village, il est souvent possible d'identifier en fonction des types de terrain (bas-fonds, piémont, plateau, etc...) ou de l'éloignement du centre d'habitation, des ensembles de parcelles conduites de façon relativement homogène et définissant de ce fait les systèmes de culture du territoire villageois (système de culture de bas fond, de plateau, de champs de case, etc...).

De même, à une échelle plus vaste, celle de la région agro-écologique, le concept de système de culture est couramment utilisé pour caractériser les modes dominants de l'exploitation agricole du milieu. C'est ainsi qu'en Afrique de l'Ouest on parle de système (de culture) maïs-coton ou mil-sorgho-arachide. Mais à cette échelle l'utilisation de la notion de système de culture est assez approximative. C'est au niveau du village ou de la petite région que la notion de système de culture est la plus pertinente.

- **Système d'élevage**

Il peut se définir comme "**l'ensemble des techniques et des pratiques mises en oeuvre par des éleveurs pour exploiter, dans un espace donné, des ressources végétales par des animaux, dans des conditions compatibles avec leurs objectifs et les contraintes du milieu**" (3).

Comme le système de culture, ce concept peut être utilisé à différentes échelles que ce soit au niveau de l'exploitation, de la communauté rurale, ou de la région.

Quel que soit le niveau auquel on se place le système d'élevage se définit essentiellement par les relations qui s'établissent entre trois pôles :

- le troupeau (espèces, races, effectifs)
- les ressources alimentaires (territoires pâturés, autres ressources)
- l'éleveur et son environnement socio-économique.

Etudier un système d'élevage c'est d'abord caractériser ces trois sous-ensembles et ensuite analyser les relations qui s'établissent entre eux. Différents outils permettent cette analyse, nous n'en citerons qu'un à titre d'exemple, le calendrier fourrager, qui met en correspondance les disponibilités alimentaires au cours du temps avec les besoins du troupeau. Si l'on parvient à quantifier ces relations on parlera alors de "bilan fourrager".

- **Système de production**

Il se définit comme "**un ensemble structuré de moyens de production (force de travail, terre, équipement...) combinés entre eux pour assurer une production végétale et/ou animale en vue de satisfaire les objectifs du ou des responsables de l'unité de production**".

D'une façon générale, l'échelle où s'organise le système de production est l'exploitation agricole et c'est l'exploitant qui détermine les objectifs du système de production. Mais cette unicité dans la gestion du système n'est pas forcément la règle, notamment en Afrique, où existe souvent une répartition particulière des tâches et des responsabilités au sein des groupes familiaux, en matière de gestion des moyens de production et de conduite des cultures et des troupeaux (4).

L'identification du cadre territorial et organisationnel préalable à l'étude du fonctionnement d'un système de production agricole doit se faire en partant de l'analyse des décisions spécifiques à ce niveau d'organisation :

. décisions d'ordre socio-économique concernant la mobilisation des facteurs de production (force de travail, terre, eau...) qui peuvent parfois se situer à une échelle supérieure à l'exploitation, notamment dans le cas des périmètres irrigués (groupements d'irrigants).

. décisions d'ordre technique relatives aux modes de conduite et d'intégration des systèmes de culture et d'élevage constitutifs du système de production (champs collectifs, champs individuels, différents gestionnaires des troupeaux...).

Quoi qu'il en soit, c'est à ce niveau que dans le cadre d'une agriculture paysannale sont prises la plupart des décisions qui conditionnent la réussite ou l'échec de tout programme de développement agricole. Constater cette évidence c'est tout simplement reconnaître l'importance de ce niveau d'organisation et en même temps le rôle éminent des agriculteurs dans tous les processus de développement, d'où la nécessité de s'assurer de leur adhésion et de leur participation active.

- **système agraire**

Celui-ci se définit comme "**l'association des productions et des techniques mises en oeuvre par une société rurale pour exploiter son espace, gérer ses ressources et satisfaire ses besoins**".

L'extension territoriale d'un tel système n'est pas toujours simple à définir. La plupart du temps on note des continuités, des changements progressifs voire des interpénétrations entre systèmes agraires différents. De façon pragmatique, **un système agraire peur s'identifier par la mise en évidence d'un certain nombre de pratiques techniques et sociales** (division sexuelle du travail, gestion du foncier, etc...) **communes à un ensemble d'unités de production.**

L'extension territoriale du système agraire ainsi défini correspondra aux limites d'application de ces pratiques communes. L'identification d'un système agraire peut aussi se faire par **l'analyse des paysages** qui en constitue, en quelque sorte, la signature spatiale (5).

Il nous parait intéressant de noter que ce concept est très opératoire pour analyser l'activité agricole des sociétés traditionnelles où les pratiques sociales et techniques, de nature communautaire, qui président à l'exploitation du milieu sont souvent très vivaces. A la limite, dans une société rurale de type archaïque, la faible différenciation des comportements techniques entre familles ou unités de production peut faire perdre beaucoup d'intérêt à la notion d'exploitation. C'est en ce plaçant à l'échelle du système agraire qu'il sera possible d'analyser l'organisation de la production agricole. C'est dans ce type de société que l'on va

trouver les correspondances les plus fortes entre les systèmes de culture et les différents terroirs constitutifs des paysages agraires.

A l'inverse, dans des sociétés agricoles techniquement avancées où l'organisation des systèmes de production dépend en grande partie des choix individuels faits par les exploitants et de leur surdétermination par les marchés et les prix à l'échelle nationale ou internationale on assiste par contre à un effritement progressif de la notion de système agraire.

Toutefois c'est à l'échelle des systèmes agraires que peuvent s'analyser les interactions entre les contraintes et potentialités du milieu naturel, les caractéristiques de l'environnement économique et l'organisation technico-économique des systèmes de production. Aussi le système agraire constitue-t-il un niveau d'analyse privilégié pour la définition des orientations de base des programmes de recherche et de développement (6).

3- RECHERCHES SUR LES SYSTEMES AGRICOLES

3.1. Nature de ces recherches

On vient de voir que si la démarche système constitue une méthode d'étude à caractère général pouvant être appliquée par différentes disciplines, elle permet aussi lorsqu'on l'applique à l'étude et à l'amélioration des modes d'exploitation agricole du milieu de définir des objets d'étude que sont les systèmes de culture et d'élevage, les systèmes de production, les systèmes agraires.

La création au cours des dix ou vingt dernière années, au sein des institutions de recherche nationales, régionales et internationales de services ou programmes chargés spécifiquement de l'étude de ces systèmes atteste de la prise de conscience que **ces systèmes doivent être considérés comme des objets de recherche** tout aussi légitimes que l'étude des sols ou l'amélioration variétale des plantes cultivées.

L'appellation donnée aux services spécialisés dans ce type de recherche est assez variable (Division de Recherche sur les Systèmes de Production Rurale à l'IER du Mali, Département de Recherche sur les Systèmes de Production et le Transfert des Technologies à l'ISRA au Sénégal, Département de Systèmes Agraires au CIRAD, etc...). De même que sont variables les appellations données à ces recherches : la plus courante étant "Recherche sur les systèmes de production" (RSP) mettant l'accent sur le niveau d'organisation où se prennent les décisions les plus déterminantes en ce qui concerne l'exploitation agricole du milieu. L'appellation "systèmes agraires" privilégie, elle, le système englobant l'ensemble des niveaux d'organisation étudiés.

Cette diversité de structure et d'appellation reflète une assez grande diversité des types et méthodes de recherche notamment entre ce que l'on a convenu d'appeler l'école française (CIRAD, INRA, ORSTOM) et l'école anglo-saxonne (CIMMYT, MSU, FSSP...) (7).

En fait, **les différences de démarche au sein de ces écoles sont probablement aussi grandes que celles qui existent entre les écoles elles-mêmes**, d'où la vanité de vouloir les opposer globalement comme on a trop souvent tendance à le faire. Mais depuis quelques temps, grâce au développement de la coopération scientifique entre pays et institutions, on assiste dans le domaine des recherches sur les systèmes de production à une certaine unification sinon encore des méthodes, du moins des objectifs.

A cet égard, la récente déclaration (8) des Centres internationaux de recherche agronomique (CIRA) est très significative du consensus qui est en voie de s'établir concernant les caractéristiques de base de cette recherche en système de production :

. "C'est une recherche finalisée par la résolution des problèmes des agriculteurs qui reconnait explicitement le paysan et les autres acteurs du secteur agricole, comme "les clients" les plus importants des systèmes de recherche agronomique.

. C'est une recherche qui prend en compte les interactions entre les différents sous-systèmes inclus dans les systèmes de production et qui souvent intéressent plusieurs productions.

. C'est une recherche basée sur une approche pluridisciplinaire nécessitant une collaboration étroite entre les spécialistes des sciences techniques (physiques et biologiques) et les sciences sociales.

3.2. Les étapes des RSP

Quel que soit le niveau d'organisation auquel on s'intéresse, on peut définir **quatre objectifs** d'étude qui sont en même temps les étapes d'une recherche plus globale.

1- **Décrire ces différents systèmes** tels qu'ils se présentent en milieu rural.

L'importance de la tâche dans ce domaine est à la mesure de l'ignorance dans laquelle on se trouve, dans beaucoup de régions du monde, en ce qui concerne les caractéristiques élémentaires des systèmes de production agricole. Très souvent on dispose de beaucoup plus d'informations sur les conditions physiques, biologiques et sociales du milieu rural que sur les pratiques adoptées par les agriculteurs pour valoriser ces conditions et qui définissent leurs systèmes de production.

2- **Comprendre leur fonctionnement c'est-à-dire identifier les raisons qui sont à l'origine des décisions et pratiques des agriculteurs** qui déterminent le fonctionnement des systèmes considérés que ce soient les systèmes de culture ou d'élevage, les systèmes de production ou les systèmes agraires.
Cette recherche est forcément pluridisciplinaire car les motivations qui sont à l'origine des pratiques des agriculteurs ne sont pas seulement techniques mais aussi économiques, culturelles, historiques, etc... Elle appelle donc une collaboration entre chercheurs en sciences sociales et chercheurs en sciences agronomiques.

3- **Juger de l'efficacité de ce fonctionnement**

A limiter sa recherche à la compréhension des choix faits par les agriculteurs on est souvent conduit à justifier ces choix car généralement ils sont cohérents avec les moyens des agriculteurs et les contraintes qu'ils subissent. La mise en évidence de cette rationalité peut conduire à s'opposer à toute intervention qui viendrait perturber l'équilibre auquel sont parvenus les communautés rurales dans la mise en valeur de leur milieu. Cependant cet équilibre est fragile et la forte croissance démographique des PVD nécessite de modifier les systèmes existants et parfois d'inventer de nouveaux systèmes de production.

Mais on ne peut se limiter à cette reconnaissance "de la logique interne" des pratiques paysannes. Il faut aussi pouvoir **les juger de façon objective** et ceci ne peut se faire qu'en fonction de points de vue, **c'est-à-dire suivant les perspectives et les méthodes de disciplines scientifiques particulières** (agronomie, économie, sociologie...). Ces points de vue sont forcément partiels, cependant, en les combinant, il est possible de porter un jugement plus global sur ces pratiques paysannes.

Ainsi, l'agronome étudiera l'efficacité des pratiques culturales (association de culture, travail du sol, etc...) du point de vue de l'élaboration du rendement ou du maintien de la fertilité des sols. L'économiste par contre s'attachera à juger de l'utilisation des facteurs de production ce qui le conduira, par exemple à s'intéresser plus particulièrement à la productivité du travail des différents systèmes de production

Ce travail d'objectivation des choix faits par les agriculteurs est essentiel car c'est à partir d'un tel travail que pourront être mis en évidence les limites de certaines pratiques, leur contingence à un niveau technologique et d'information donné et leur éventuelle inadaptation au développement ou même à la reproduction des systèmes de production. C'est ainsi que l'on pourra mettre en évidence les contradictions entre une gestion à court et à long terme de la fertilité des sols, ou entre l'utilisation individuelle de ressources naturelles (parcours, forêt) et la nécessité d'une gestion et d'un entretien collectif de ces mêmes ressources, etc...

4- **Expérimenter et proposer des améliorations aux systèmes existants**

Il ne faut pas seulement décrire, comprendre, juger, mais aussi améliorer les pratiques des agriculteurs, et cela passe par l'expérimentation d'innovations techniques et technologiques testées dans les conditions réelles de fonctionnement des systèmes de production. Cette expérimentation sera conçue en fonction :

. des objectifs des agriculteurs et des moyens de production dont ils peuvent disposer (traction, main-d'oeuvre, etc...)
. des orientations assignées à la politique de développement rural à l'échelle nationale et régionale
. des potentialités du milieu physique
. des acquis techniques et références fournies par les recherches thématiques
. de la valorisation de l'expérience acquise par les paysans dans la zone d'étude ou dans des situations comparables.

Dans certains cas cette expérimentation, plutôt que de chercher des adaptations aux systèmes existants, vise à la mise au point de systèmes de production nouveaux. C'est le cas, dans les zones de colonisation récente (vallée des Voltas) et dans les zones aménagées pour l'irrigation.

3.3. Relations entre RSP et recherche thématique

Loin de s'opposer, **ces deux types de recherche sont fortement complémentaires.** La RSP valorise les acquis de la recherche thématique ou analytique en cherchant à les intégrer dans la construction de nouveaux systèmes mieux adaptés aux exigences du développement et aux besoins des agriculteurs.

Quand ces acquis sont inexistants ou inadaptés, elle suscite les recherches analytiques nécessaires à l'élaboration de ces nouveaux systèmes. D'une façon plus générale, en identifiant et hiérarchisant les contraintes techniques qui limitent la production, **elle contribue à l'orientation des programmes de recherches thématiques.**

Inversement, les possibilités d'analyse et de jugement des systèmes d'exploitation agricole du milieu et des pratiques paysannes sont largement dépendantes des méthodes d'étude et des connaissances élaborées par les disciplines concernées par le jugement de ces systèmes et pratiques (agronomie, zootechnie, économie, etc...). La faiblesse de cette accumulation et le non recours à des méthodes rigoureuses de jugement des pratiques paysannes sont à l'origine du caractère souvent superficiel et essentiellement descriptif de beaucoup de R.S.P., ce qui contribue à leur dévaluation.

En conclusion de cette première partie nous retiendrons les points suivants :

- **l'approche systémique** appliquée à l'agriculture ne constitue pas **une science nouvelle** mais une démarche qui vise à intégrer les différents points de vue à prendre en compte pour comprendre et améliorer l'exploitation agricole du milieu ;

- **elle trouve sa concrétisation dans la définition d'objets d'étude** nouveaux que sont les systèmes de culture et d'élevage, les systèmes de production et les systèmes agraires ;

- **les recherches concernant ces nouveaux objets d'étude sont de nature pluridisciplinaires** et nécessitent l'association des sciences agronomiques et des sciences sociales. **Ces recherches sont finalisées par l'amélioration des systèmes de production ;**

- **ces recherches valorisent les pratiques et le savoir faire des agriculteurs** en faisant la base de l'étude et de l'amélioration des modes d'exploitation du milieu ;

- **l'analyse des systèmes agricoles** constitue le fondement du diagnostic du milieu rural qui est le **préalable à toute opération de Recherche-Développement.**

4- LA DEMARCHE RECHERCHE-DEVELOPPEMENT

La relative nouveauté de cette démarche en agriculture et la diversité de ses modes d'application est, comme nous l'avons vu, à l'origine d'une certaine confusion concernant le sens que l'on donne à la notion de Recherche-Développement.

Dans l'industrie où cette démarche est appliquée de façon plus systématique et plus ancienne, sa signification pose moins de problèmes : la recherche développement consiste à analyser les différentes étapes du processus de fabrication et à expérimenter les améliorations possibles en fonction des objectifs recherchés par la direction de l'entreprise (réduction des coûts, fiabilité, etc...).

En s'inspirant de cette conception on peut donner à la recherche développement dans le domaine agricole, la définition suivante : c'est "**une expérimentation en vraie grandeur et en étroite concertation avec les agriculteurs, des améliorations techniques, économiques, sociales et organisationnelles de leurs systèmes de production et des modalités de gestion de leurs ressources**" (9).

A la différence de l'industrie, l'existence de plusieurs centres de décision, ne serait-ce que les pouvoirs publics et les agriculteurs, rend plus complexe la définition des finalités à rechercher dans l'amélioration des conditions et modalités de la production.

Les objectifs de l'Etat et des paysans n'étant pas forcément similaires, seule la négociation entre les différents partenaires peur permettre de déterminer correctement les orientations à assigner à une opération de recherche-développement en milieu rural.

la mise en oeuvre de la démarche Recherche-développement

On convient généralement de considérer trois phases dans la mise en oeuvre d'une opération de Recherche-Développement :

- l'analyse et le diagnostic du milieu rural
- l'expérimentation et la mise au point des innovations techniques et organisationnelles
- la diffusion et l'appropriation par les agriculteurs de ces innovations.

Il est important de noter que **ces trois phases ne sont pas strictement chronologiques**. Du fait des itérations entre analyse et expérimentation, ces phases sont amenées à se recouper largement. Voyons, dans leurs grandes lignes, les modalités de mise en oeuvre de ces trois phases.

1ère phase : Analyse et diagnostic du milieu rural

Elle est, évidemment basée sur l'approche systémique présentée précédemment, c'est-à-dire sur l'analyse des différents niveaux d'organisation du milieu rural.

Mais, à l'inverse de la présentation précédente, on procédera en allant des niveaux d'organisation les plus englobants aux plus limités spatialement, c'est-à-dire de la région à la parcelle, afin de pouvoir stratifier un niveau d'étude particulier (parcelles par exemple) en fonction du niveau d'organisation supérieur (exploitation) et ainsi permettre une extrapolation ultérieure des résultats sur l'ensemble de la zone d'étude.

A l'échelle régionale les principes méthodologiques qui peuvent être retenus sont les suivants :

1- A l'analyse habituelle des conditions du milieu physique et humain, associer **l'étude des modes d'exploitation de ce milieu appréhendés à partir des pratiques des agriculteurs.**

2- **Choisir une unité territoriale pour les enquêtes de terrain** où puissent être facilement et rapidement appréhendées les pratiques sociales et techniques communes à l'ensemble des exploitations qui caractérisent à l'échelle régionale la mise en valeur agricole du milieu (identification des systèmes agraires).
Dans de nombreuses régions d'Afrique, cette unité territoriale est constituée par le village mais en périmètre irrigué ou en zone d'habitat dispersé d'autres unités territoriales d'enquête peuvent s'avèrer plus pertinentes.

3- **Faire un choix raisonné de ces unités territoriales d'analyse à partir d'une préstratification** basée sur la valorisation des connaissances déjà acquises en ce qui concerne les conditions physiques (cartes des sols...) et humaines (densité de population, ethnies...) du milieu rural.

Les produits attendus au terme de cette analyse régionale sont :

- **un zonage** des conditions de milieu (prestratification)

- **un inventaire et une caractérisation des différents systèmes de production** à l'échelle régionale permettant de définir le ou les systèmes agraires et débouchant sur un **diagnostic régional** des conditions et possibilités de développement rural, à partir duquel, en concertation avec les différentes parties concernées, il sera possible d'élaborer une problématique de recherche et de développement tenant compte de la diversité des situations agricoles de la zone d'étude (10).

Ce diagnostic à l'échelle régionale qui privilégie les pratiques techniques et sociales caractéristiques des systèmes agraires **peut être rapide** (3 à 6 mois) et dès ce diagnostic peuvent être engagées des expérimentations d'innovations relevant de la 2ème phase de la démarche.

A l'échelle des exploitations (système de production)

L'objectif, à cette échelle, va être d'analyser la diversité des modes de fonctionnement des exploitations à l'intérieur des grands types de situations agricoles repérées précédemment.

Du point de vue méthodologique, l'échantillon à analyser sera stratifié à partir d'un recensement préalable des exploitations, ou si ce recensement n'est pas possible, à partir de critères sélectionnés à priori en fonction d'hypothèses concernant leurs effets sur la différenciation des systèmes de production (force de travail, équipement, etc...).

On s'efforcera de **privilégier l'analyse fonctionnelle** basée sur l'étude des choix de production et de gestion des exploitations au détriment de la simple analyse structurelle. On accordera une attention particulière à la dynamique des exploitations, c'est-à-dire à leur évolution au cours du temps et à leur capacité de se reproduire.

Les produits de cette analyse sont :

. **des typologies d'exploitation** (11) dont la finalité est proche de celle du concept de "domaines de recommandation" proposé par certains chercheurs anglo-saxons (12).

. **la formulation d'un diagnostic par type d'exploitation** permettant d'affiner la problématique de recherche et de développement établie après le diagnostic régional et de fournir les bases d'un conseil de gestion aux exploitations.

A l'échelle des systèmes de culture et d'élevage

On retrouve des objectifs déjà mentionnés en matière de recherche systémique :

. Après l'inventaire et la description des pratiques des agriculteurs en ce qui concerne la conduite de leurs cultures et de leurs troupeaux, on analysera les raisons qui sont à l'origine de ces pratiques.

. On s'efforcera de juger, c'est-à-dire d'évaluer l'efficacité de ces pratiques. Ainsi pour les cultures ce jugement devrait permettre de **comprendre les causes de la variabilité des rendements** qui est toujours forte et rarement de façon rigoureuse.

Les problèmes de méthodes à ce niveau sont relativement complexes et de ce fait, ne peuvent être exposés ici (13). Pour les productions végétales le diagnostic cultural nécessite de recourir à des méthodes d'analyse et de validation assez différentes de celles habituellement utilisées en station expérimentale. Ces méthodes relèvent d'un type d'agronomie que l'on peut qualifier **d'agronomie en situation non reproductible** dans la mesure où elle ne sont pas systématiquement fondées sur l'interprétation de dispositifs expérimentaux.

Cette capacité à comprendre les choix des paysans et à analyser les différences de résultats entre parcelles ou troupeaux nous parait indispensable si l'on veut identifier correctement les vrais problèmes qui limitent la production et fournir les informations de base permettant de passer de la vulgarisation de messages standards à un conseil technique adapté à la diversité des situations.

D'une façon générale, c'est à partir des diagnostics formulés à ce niveau que pourront être précisés les thèmes prioritaires de recherche appliquée et de vulgarisation.

En conclusion, nous voudrions signaler l'importance de cette phase d'analyse et de diagnostic dans l'efficacité des programmes de recherche et de vulgarisation. Souvent, sous prétexte de fausses urgences, par absence de méthode ou par suite d'une appréciation subjective des facteurs limitant la production, cette première phase est escamotée et c'est alors l'ensemble des activités ultérieures de recherche et de développement qui s'en trouve affecté.

2ème phase : l'expérimentation d'innovations

Rappelons que **cette phase d'expérimentation d'innovations concerne aussi bien les changements techniques et technologiques que les changements socio-économiques et organisationnels.** C'est là une des caractéristiques fondamentales de la démarche Recherche-Développement. En effet, c'est en combinant ces deux types de changement que l'on pourra améliorer réellement le fonctionnement des systèmes de production.

C'est ainsi que, si le diagnostic préalable a mis en évidence un problème grave d'entretien de la fertilité, on associera l'expérimentation en milieu paysan de formules de fertilisants (choisies sur la base des acquis de la recherche thématique) à l'expérimentation d'une organisation permettant l'approvisionnement, le stockage et la fourniture aux paysans de ces fertilisants (banque engrais par exemple), comme cela a été fait dans le programme Recherche-Développement du projet Maradi au Niger.

De même que s'il s'avère intéressant de développer la production de maïs dans une région donnée, on s'efforcera de conduire en parallèle à l'amélioration des techniques de culture, la mise au point de méthodes de stockage et l'organisation de circuits de commercialisation qui garantissent aux paysans des conditions de vente de leur récolte qui rentabilisent leurs efforts d'intensification.

Cette option de base étant rappelée, voyons maintenant quelques autres principes méthodologiques relatifs à cette deuxième phase.

1- **Passer le plus vite à l'action** pour éviter de voir se prolonger la phase d'analyse et montrer rapidement aux paysans la finalité de l'opération de recherche-développement qui est d'améliorer leur situation et pour les aider à résoudre leurs problèmes. De cette manière on créera un climat de confiance très favorable à la suite de l'opération.
Cela suppose de ne pas attendre la fin de toutes les étapes du diagnostic pour passer à l'action. On a vu que dès le début des opérations, à partir du diagnostic régional, des actions peuvent être engagées.

Cela nécessite de **ne pas confondre diagnostic préalable à la recherche-développement et recherche sur les systèmes de production.** Ce sont deux activités différentes bien que complémentaires dans la mesure où la rapidité et la qualité du diagnostic sont fonction des acquis de la RSP dans la zone où se déroule l'opération de recherche-développement.

Cette distinction entre une activité de diagnostic, forcément limitée dans le temps et la RSP qui elle ne peut pas avoir d'échéance préalable, notamment lorsqu'elle s'intéresse à la dynamique des systèmes de production se retrouve dans la domiciliation de ces deux activités. La recherche-développement se déroule souvent dans le cadre de projets de recherche nécessairement limités dans le temps, tandis que la RSP constitue de plus en plus un programme permanent des institutions de Recherche Agronomique.

2- **Associer les agriculteurs à l'ensemble du processus d'expérimentation des innovations**

Cette association doit commercer dès le diagnostic. Indépendamment du fait que ce sont les pratiques des paysans qui sont au coeur de ce diagnostic et que la compréhension de la "rationalité" de ces pratiques suppose des échanges confiants avec les agriculteurs, ce sont surtout les conclusions du diagnostic qui doivent être soumises à l'appréciation des agriculteurs, car c'est à partir de ces conclusions que va être orienté l'ensemble du programme recherche-développement.

L'association pour les phases suivantes est encore plus nécessaire que ce soit pour le choix des thèmes d'expérimentation technique et sociale, les modalités pratiques de leur réalisation (localisation des dispositifs, participation des agriculteurs à leur mise en place...) l'interprétation et l'évaluation des résultats.

En fait, **chaque étape du processus d'expérimentation doit faire l'objet d'une négociation avec les agriculteurs.**

En particulier, nous attirons l'attention sur le fait qu'en matière de recherche-développement **la validation la plus significative des expérimentations entreprises en milieu paysan est celle faite par les agriculteurs eux-mêmes**, alors que trop souvent en matière d'expérimentation technique on se limite à une simple validation statistique des résultats, plus rarement économique et agronomique (explication des différences entre traitement).

3- **Favoriser une prise en charge des expérimentations d'innovations par les agriculteurs** en vue d'augmenter leur autonomie. Cette recommandation concerne plus particulièrement les innovations organisationnelles du type groupements de commercialisation, banques engrais ou banques céréalières. La gestion de ces innovations doit être prise en charge le plus vite possible par les agriculteurs afin que ces innovations puissent bénéficier des initiatives des agriculteurs.

4- **L'expérimentation d'innovations techniques** est, rappelons le, étroitement dépendante :
- des conclusions du diagnostic préalable,
- des acquis de la recherche thématique.

Nous ne pouvons développer ici les méthodes particulières à cette expérimentation en milieu paysan. On pourra les trouver par ailleurs (14). Disons simplement **qu'il ne s'agit pas d'un simple prolongement des recherches faites en station** comme peuvent l'être certains programmes d'expérimentation multilocale où l'on recherche simplement à évaluer, dans des conditions pédo-climatiques diversifiées l'intérêt ou la robustesse de techniques et de variétés mises au point en station.

Cette expérimentation en milieu paysan peut s'appuyer sur plusieurs types de dispositifs : essais, tets, parcelles de démonstration.

Les test visent à comparer dans les conditions de culture des paysans des améliorations culturales ou variétales. Le respect de ces conditions de culture empêche souvent de procéder à des répétitions sur le même site. On peut alors répéter le même test chez différents paysans du même village ou de la même zone.

C'est précisément dans ce type de situation que la validation statistique classique trouve ses limites et qu'il faudra systématiquement recourir à la validation par l'analyse agronomique et l'évaluation directe par les paysans.

D'une façon générale la validité de ce type d'expérimentation agronomique en milieu paysan est surtout fonction :

- du choix judicieux des thèmes expérimentés, ce qui dépend de la qualité du diagnostic initial ;

- de leur localisation par rapport à la répartition spatiale des différents systèmes de culture identifiés lors de l'analyse préalable des conditions d'exploitation du milieu ;

- de leur suivi et interprétation agronomiques.

En conclusion de la 2ème phase, il apparait que **la recherche-développement** qui, de plus en plus, constitue une des composantes des projets de développement rural peut être considérée comme **une recherche d'accompagnement plus ambitieuse** et plus globale que celle qui est habituellement faite dans ces projets et qui se limite trop souvent à la comparaison de quelques formules de fumure et variétés dans des conditions de culture fort éloignées de celles qui prévalent chez les agriculteurs.

A la différence de ces expérimentations sectorielles, la recherche-développement vise à expérimenter de façon intégrée et en concertation avec les communautés rurales les conditions et modalités de leur développement. Il en résulte que les produits de cette expérimentation doivent être des "**produits de développement**" qui vont être à la base des programmes d'action des services de vulgarisation des projets et structures de développement.

3ème phase : Diffusion, appropriation des innovations

La phase d'expérimentation dont nous venons de présenter les grandes lignes est forcément limitée dans l'espace, à quelques sites (villages) choisis en principe pour être représentatifs de situations agricoles plus vastes. En principe, car dans la réalité on constate souvant que faute d'un premier diagnostic régional, même sommaire, les sites de recherche-développement sont souvent particuliers et peu représentatifs (villages en bord de route, présence d'infrastructures de développement, etc...). Cette mauvaise représentativité va largement affecter les possibilités d'extension des diagnostics et expérimentations qui y seront faits.

Ceci étant si l'opération de recherche-développement devait se limiter aux seuls sites où celle-ci a été conduite (quelques villages sur plusieurs centaines que compte habituellement la zone d'intervention des projets) cette démarche de recherche-développement n'aurait guère d'impact et de signification au niveau du développement régional, d'où la nécessité de **se préoccuper très vite de l'extension des résultats** obtenus sur les sites R.D. et de leur appropriation par le plus grand nombre..

Nature des acquis à transférer

Les acquis résultant d'une opération de recherche-développement peuvent être classés en trois catégories :

a- **des méthodes et résultats d'analyse des modes d'exploitation du milieu à différentes échelles**

La diffusion de ces méthodes et de ces résultats est fondamentale pour transformer la pratique des "développeurs" et notamment des vulgarisateurs.

Dans beaucoup de projets le milieu rural et les pratiques des paysans, constituent une **sorte de "boite noire"** que l'on cherche à transformer en favorisant l'utilisation d'intrants et dont on évalue les effets en comptabilisant ce qui en résulte comme production supplémentaire. C'est la démarche de nombreux systèmes de suivi-évaluation de projets. Mais la méconnaissance des mécanismes de fonctionnement du milieu rural non seulement empêche de déterminer les actions qui sont les plus appropriées à son développement mais encore ne permet pas de comprendre les raisons qui sont à l'origine du refus ou de l'échec de telle ou telle intervention.

Le transfert des méthodes et connaissances relatives au milieu rural est donc à organiser prioritairement pour les agents du développement rural sous forme de sessions d'application sur le terrain, leur permettant de mettre en pratique les outils et méthodes de diagnostic du milieu rural élaborés par la recherche-développement.

b- **Des thèmes de vulgarisation en ce qui concerne :**

- l'amélioration de la conduite des cultures et des troupeaux (vulgarisation de techniques et de variétés testées en milieu réel...) ;
- la gestion et le conseil des exploitations agricoles ;
- la gestion et l'entretien des ressources naturelles (sol, eau, forêt, etc...) ou des aménagements collectifs (réseau d'irrigation, de drainage, etc...).

c- **Des procédures d'actions collectives et d'organisation des producteurs**

- comme les banques engrais ou les banques céréales
- les groupements de commercialisation, de crédit vivrier ;
- la gestion collective des parcours ou la participation des agriculteurs à l'aménagement anti-érosif de bassins versants ...

Ces **"produits de développement"** sont à transférer aux communautés rurales de l'ensemble de la zone du projet. Les agents de la recherche-développement sont généralement trop peu nombreux pour assurer par eux-mêmes ce transfert. C'est à ce niveau que **le relais doit être pris par les services chargés de la formation et de la vulgarisation.**

Mais pour que ce relais soit effectif, il faut organiser le transfert des acquis de la recherche-développement vers les structures d'intervention. Ce transfert peur se faire par :

. des publications et notes techniques ;
. des visites communes de terrain ;
. mais surtout, comme cela a déjà été signalé, par l'intermédiaire d'un programme de formation des agents d'encadrement qui les ressourcera dans leurs contacts périodiques avec les agriculteurs.

Ce rôle de la recherche-développement est, en particulier, essentiel dans les systèmes de vulgarisation du type "formation et visite" afin de donner un contenu aux messages transmis par les vulgarisateurs.

CONCLUSION

La recherche sur les systèmes de production et la Recherche-Développement ne sont pas la panacée de tous les problèmes que pose le développement rural.

Ils correspondent à une prise de conscience de plus en plus générale que ce développement ne peut se faire sans l'adhésion des agriculteurs, acteurs décisifs des processus de développement. Sans cette adhésion, toute tentative d'intervention est tôt ou tard vouée à l'échec.

Mais pour ce que cette prise de conscience se concrétise, il est nécessaire de procéder à un changement assez radical des méthodes et procédures d'intervention en milieu rural qui ont prévalu jusqu'ici. Même lorsque l'Etat, c'est-à-dire la collectivité nationale, engage de lourds investissements dans des opérations de développement rural, comme c'est le cas par exemple dans les grands périmètres irrigués, le paysan ne peut plus être considéré comme un simple exécutant, chargé d'appliquer sous la contrainte des plans de mise en valeur préétablis, comme ce fut trop souvent le cas dans le passé (cf. Office du Niger).

Reconnaître le paysan comme partenaire c'est tout d'abord comprendre ses pratiques et à travers elles ses motivations, l'associer à la recherche de nouvelles formes de mise en valeur du milieu et de gestion de ses ressources, lui transférer de plus en plus de responsabilités dans l'organisation amont et aval de la production ; c'est précisément ce à quoi vise la démarche recherche-développement (15).

Mais, comme nous l'avons dit plus haut, cette démarche ne résout pas tous les problèmes. Un certain nombre d'entre eux dépassent le domaine d'intervention de la Recherche-Développement. C'est le cas notamment en ce qui concerne les prix et les circuits de commercialisation des produits agricoles qui constituent des éléments décisifs de la réussite ou de l'échec des programmes d'intensification de la production. Ainsi, quel intérêt les paysans peuvent-ils avoir à intensifier leurs systèmes de culture en investissant plus de travail et plus d'intrants, si par ailleurs la fluctuation des prix les prive du bénéfice de leurs efforts et de leurs investissements ? Or, c'est la situation qui prédomine actuellement dans beaucoup de régions d'Afrique.

De même certains problèmes liés à la politique nationale en matière de législation foncière ou d'importation de denrées alimentaires échappent au domaine d'intervention de la Recherche-Développement. C'est en fait tout le problème des relations entre développement local ou régional et développement national, qui se trouve ainsi posé, mais qui sort du cadre de notre propos.

Signalons seulement pour conclure que si la Recherche-Développement constitue un excellent instrument pour mettre en oeuvre une politique de développement local autocentré (comme la politique de gestion des terroirs prônée actuellement en Afrique de l'Ouest) elle peut également fournir, à travers l'analyse des pratiques et comportements des communautés rurales de base, des informations fort utiles pour, d'une part, évaluer l'impact des politiques agricoles nationales, d'autre part, élaborer des politiques nouvelles qui tiennent plus compte de la situation et des problèmes des agriculteurs.

BIBLIOGRAPHIE

1. TOURTE R., BILLAZ R. - 1982 **"Approche des systèmes agraires et fonction Recherche-Développement** Contribution à la mise au point d'une démarche". Agronomie Tropicale XXXVII 3 p. 223-232.

2. JOUVE Ph., CLOUET Y. - 1984 **"La fonction diagnostic dans la Recherche-Développement.** Les différentes échelles à considérer - les finalités". Revue "les Cahiers de la Recherche-Développement" n° 3-4 p. 5-9.

3. LHOSTE P. - 1984 **"Le diagnostic du système d'élevage".** Revue les Cahiers de la Recherche-Développement n° 3-4 p. 84-88.

4- GASTELLU J.M. - 1978 **"... mais où sont donc ces unités économiques que nos amis cherchent tant en Afrique ?".** Note AMIRA n° 26 p. 99;122.

5. JOUVE Ph. - 1989 **"Spécificité et identification des systèmes agraires"** CRD n° 20 p. 5-15. CIRAD Montpellier.

6. JOUVE Ph. - 1984 **"Typologie des agro-systèmes villageois du département de Maradi (Niger).** Propositions pour un programme de Recherche-Développement" Doc DSA n° 3.

7. GILBERT E.H., NORMAN D.W., WINCH P.E. - 1980 **"Farming research : a critical appraisal".** MSU Rural Development paper n° 6.

8. Coll. 1986 **"Déclaration du groupe de travail des CIRA sur la recherche en systèmes de production".** ICRISAT.

9. JOUVE Ph., MERCOIRET M.R. - 1987 **"La Recherche-Développement, une démarche pour mettre les recherches sur les systèmes de production au service du développement rural".** C.R.D. n° 16 p. 8-13. CIRAD Montpellier

10. TALLEC M. - 1988 **"Etude des systèmes agraires de la région de Notse au Togo - Un exemple de diagnostic de l'exploitation du milieu à l'échelle régionale".** Collect. D.S.A. n° 10 - CIRAD Montpellier

11. JOUVE Ph. - 1986 **"Quelques principes de construction de typologies d'exploitations agricoles suivant différentes situations agraires".** Cahiers de la Recherche-Développement n° 11 p. 48 à 54.

12. COLLINSON M.P. - 1982 **"Farming system research in Eastern Africa : the experience of CIMMYT and some National Agricultural Research Services 1976-1981"** MSU International developement paper n° 3 East Lansing Michigan.

13. JOUVE Ph. - 1984 **"Le diagnostic agronomique : préalable aux opérations de Recherche-Développement".** Cahiers de la Recherche-Développement n° 3-4 p. 67-76.

14. JOUVE Ph. - 1990 **"L'expérimentation en milieu paysan : démarche et méthodes".** CRD n° 27 p. 94-105. CIRAD Montpellier.

15. LEFORT J. - 1983 **"Les Recherches-Développement intégrées en milieu rural".** Cahiers de la Recherche-Développement n° 2 p. 14-22.
BILLAZ R., DUFUMIER M. - 1981 **"Recherche et Développement en Agriculture".** PUF Paris - Coll. Techniques vivantes.

38

Usages et fonctions de la jachère en Afrique de l'Ouest et au Maghreb.

Philippe JOUVE

USAGES ET FONCTIONS DE LA JACHERE EN AFRIQUE DE L'OUEST ET AU MAGHREB (1)

Philippe JOUVE (*)

INTRODUCTION

La jachère, période de non culture, a ceci de particulier que son analyse et son interprétation nous fournissent des informations particulièrement utiles pour comprendre comment est organisée la mise en culture d'un milieu. De ce fait, elle apparaît essentielle dans l'identification et la compréhension des systèmes de culture et constitue une pratique discriminante des systèmes agraires comme a pu le montrer E.Boserup dans la classification qu'elle a proposée des grandes étapes de l'évolution agraire des sociétés rurales en fonction de l'accroissement démographique.

La pratique de la jachère est née au néolithique, avec l'agriculture elle-même et l'a accompagnée, sous différentes formes, tout au long de son histoire. L'intensification agricole qui a marqué ce dernier siècle semblait l'avoir fait disparaître des paysages agraires des pays développés mais, paradoxalement, la réussite même de cette intensification par la surproduction qu'elle a entraînée, a conduit à la pratique du "gel de terre" qui n'est rien d'autre que la résurgence de la jachère, sous une autre forme et pour d'autre raisons que celles du passé.

Sous l'appellation générique de jachère on regroupe des pratiques très diverses qui n'ont parfois guère de points communs tant les rôles et fonctions de la jachère sont multiples mais qui toutes, nous fournissent une clé d'interprétation privilégiée pour comprendre les grands modes d'exploitation agricole du milieu et leur dynamique.

Pour illustrer ce point de vue, nous nous proposons d'analyser la pratique de la jachère dans trois grandes zones agro-écologiques réparties le long d'un transect sud -nord en Afrique de l'ouest, à savoir les zones forestières tropicales, la zone sahélo-soudanienne et les zones semi-arides d'Afrique du nord.

---

1 Communication à l'atelier international "La Jachère en Afrique de l'Ouest" organisée par l'ORSTOM avec le concours du CNRS, CTA, MRT, OSS, UNESCO à Montpellier du 3 au 5 décembre 1991.

* Agronome CNEARC

La pratique de la jachère au sein de chacune de ces zones est loin d'être homogène et peut même, à l'échelle d'un village, avoir différentes formes et fonctions c'est pourquoi nous limiterons ici, à souligner les traits généraux qui la caractérisent et nous essayerons de répondre à la question apparemment simple : pourquoi les agriculteurs pratiquent-ils la jachère ? c'est à dire quels avantages trouvent-ils à cette pratique ?

La jachère est généralement considérée comme le symbole et la marque de l'extensification,et sa suppression a été souvent un des objectifs des projets de développement agricole, notamment au Maghreb. Sa permanence en dépit de ces projets, montre que l'on ne peut pas la considérer simplement comme un temps et un espace non cultivé, sa signification est bien plus riche.

C'est cette signification, aussi bien technique que sociale que nous voudrions montrer, car il nous semble que l'interprétation que l'on donne de la jachère en Afrique est parfois erronée, souvent réductrice, ce qui peut être préjudiciable à l'élaboration de stratégies d'intervention correctes en matière de développement rural.

Enfin sous l'effet de l'accroissement de la pression foncière la pratique de la jachère évolue. Cette évolution peut mettre en cause la reproduction des systèmes de production adoptés jusqu'ici par les agriculteurs. Aussi l'identification des rôles et fonctions de la jachère dans les systèmes anciens, en crise, semble indispensable pour concevoir des systèmes alternatifs qui aient quelque chance d'être adoptés pour les agriculteurs;

La jachère forestière, un moyen de lutte contre l'enherbement

Dans les zones forestières tropicales humides, l'archétype des systèmes de culture est caractérisé par la culture itinérante sur brûlis, c'est à dire par une mise en culture du milieu relativement courte, 1 à 3 ans, à laquelle succède une jachère longue. Cette jachère d'une durée généralement supérieure à dix ans permet la régénération d'un couvert arboré, qui nécessite ensuite, lors de la remise en culture, un travail de défriche important.

Dans ce système, les cultures se déplacent au sein d'un territoire relativement vaste, faisant l'objet d'une appropriation collective sous le contrôle de chefs de terre.La mise en culture de la terre permet l'acquisition d'un droit d'usage individuel correspondant à une appropriation temporaire du foncier.

La compréhension du rôle de la jachère dans ce système, nécessite qu'au préalable un rapide rappel soit fait des techniques et technologies qui le caractérisent. Dans ces systèmes, le principal travail étant la défriche, l'outillage de base est constitué par la machette ou la hache dont l'usage est associé à celui du feu pour venir à bout d'un recrû forestier généralement très développé. Mais ce qui singularise ce système, c'est plus ce qu'il n'a pas,

que ce qu'il a, comme techniques et outillage. Pratiquement, pas de préparation de sol, pas d'instrument de labour ou de travail du sol, pas ou peu de façons d'entretien,qu'il s'agisse de désherbage ou de fertilisation .Cette simplification des itinéraires techniques qui rapproche ce système de la cueillette, ne doit cependant pas être interprétée comme une quelconque carence technique ou une incapacité à l'intensification Elle s'explique très bien sur le plan agronomique.

Après la défriche, le sol est suffisamment meuble pour ne pas nécessiter de préparation particulière avant le semis ou la plantation. Dans cette situation le bâton à fouir ou son équivalent, symbole d'une agriculture primitive, est un outil parfaitement adapté.

Le sol forestier riche en matière organique décomposée et en humus stable dispose, après brûlis, d'une fertilité chimique suffisante pour satisfaire aux besoins des cultures et rendre inutile l'apport de fertilisants. Enfin la flore adventice provenant des strates inférieures du couvert arboré est peu développée du fait de l'ombrage et après la défriche, elle n'entraîne pas une forte compétition avec les cultures, ce qui limite le désherbage à peu de chose. C'est pourquoi l'outillage traditionnel de ces systèmes ne comprend pratiquement pas d'outils de sarclage (daba ou sape). Compte tenu de ces conditions relativement favorables à la culture, on peut s'interroger sur les raisons qui conduisent les agriculteurs à abandonner au bout de quelques années leurs champs pour aller en défricher d'autres ailleurs, défriche qui leur occasionne des charges en travail relativement lourdes.

Contrairement à ce que l'on prétend parfois ce n'est pas la baisse de fertilité chimique des sols qui explique cette itinérance des cultures, du moins dans le système originel. Le potentiel de fertilité des sols forestiers pourrait permettre, compte tenu des rendements limités des cultures, une exploitation continue beaucoup plus longue.

Ce qui fait partir les agriculteurs ce sont les mauvaise herbes. En effet après deux ou trois années de culture, la flore adventice évolue en quantité et en qualité et sa pression s'accroit fortement sur les cultures. Cela est dû au développement de certaines adventices comme *l'imperata cylindriqua* dont la croissance limitée auparavant par l'ombrage, se trouve fortement stimulée par la mise en culture du sol.

Ce développement va croissant au fil des ans et très vite, après deux à quatre ans, le contrôle des adventices nécessite un temps de travail important, si important que les agriculteurs trouvent plus avantageux d'utiliser leur force de travail à défricher une autre partie de la forêt qu'a desherber leurs cultures. Il est probable également que ce déplacement des cultures et la brièveté des rotations diminuent fortement la pression des maladies et parasites.

Ansi, il apparait qu'en culture itinérante la fonction essentielle de la jachère est d'assurer le contrôle des adventices. Ce système de culture pour archaïque qu'il soit, assure une forte productivité au travail, du fait de la quasi absence de préparation du sol et de façons d'entretien. Or tant que l'espace cultivable n'est pas limité, le travail humain demeure la facteur de production stratégique, c'est à dire celui que l'on cherche à optimiser en priorité.

On comprend alors que dans ces conditions les agriculteurs aient une très faible propension à changer de système de culture et en particulier à adopter les systèmes de culture fixée qu'on leur propose afin de protéger le patrimoine forestier.

De même, indépendamment des contraintes sanitaires qui limitent le développement de l'élevage, l'introduction de la culture attelée, tentée par certains projets , paraît bien illusoire dans des systèmes où labour et sarclage sont en partie inutiles.

Ce système qui, il y a peu, concernait de vastes superficies et qui a été pratiqué par la plupart des sociétés rurales du monde y compris celles des pays développés, est en voie de régression en Afrique. Il ne concerne actuellement que certaines zones marginales des pays du golfe de guinée et les fronts pionniers des régions de culture fixée. Cette régression s'explique par l'accroissement de la population. En effet pour qu'un tel système fonctionne correctement il faut , sur la base d'un hectare cultivé par habitant et d'une durée de jachère qui ne soit pas inférieure à dix ans, moins de 10 habitants par km2. Lorsque la densité de population augmente et dépasse ce seuil , la durée de jachère diminue et progressivement, on passe d'une jachère arborée à une jachère buissonnante, puis herbacée.

Parallèlement le temps de culture augmente et ces différentes transformations modifient fondamentalement le rôle et la fonction de la jachère.Celle çi ne peut plus assurer, seule, le contrôle des adventices, le sarclage devient donc nécessaire et l'outillage en est modifié. La "daba" (2) fait alors son apparition et l'intérêt pour les herbicides devient manifeste dès lors que les ressources financières des agriculteurs leur permettent de les acquérir, ce qui est le cas pour ceux qui pratiquent la culture du cotonnier ou de tout autre culture de rapport.

L'allongement du temps de culture au détriment de la jachère, s'accompagne d'une exploitation plus intensive des ressources minérales du sol qui, joint au risque de lessivage, entraîne des problèmes de fertilité du sol.L'effondrement de celle-ci sur les "terres de barre" du Bénin et du Togo illustre clairement cet effet du raccourcissement de la jachère.et de l'allongement du temps de culture. Cette évolution qui est à l'oeuvre dans la plupart de la zone tropicale d'Afrique de l'ouest se traduit également par une modification des cultures pratiquées et des successions. On voit disparaître l'igname dans certaines régions où la jachère est trop courte pour permettre une bonne reconstitution du taux de matière organique du sol, nécessaire à cette culture. Par ailleurs, si en fin de sucessionon trouve toujours le manioc qui s'accomode, plus que les autres cultures, de l'envahissement progressif du sol par

2 "daba" outil de sarclage.

les mauvaises herbes, les cultures en tête de rotation changent. Après une jachère arbustive la matière organique du sol est suffisamment évoluée pour permettre des cultures céréalières comme le maïs.Par contre après une jachère buissonnante ou herbacée laissant un sol riche en matière organique peu décomposée, on observe que le maïs est remplacé par une légumineuse comme le niébé, probablement parce que celle çi est moins sensible à la "faim d'azote" provoquée par l'humification des résidus cellulosiques de la jachère.

Avec l'accroissement de la pression foncière on voit que la jachère évolue en se racourcissant. D'une jachère arborée on passe à une jachère herbacée. Au cours de cette évolution ses fonctions agronomiques se transforment. Utile surtout pour controler les adventices elle devient rapidement le principal moyen , sinon le seul, pour entretenir la fertilité chimique et organique des sols en favorisant notamment un transfert vertical des éléments fertilisants. Mais si la jachère se racourcit trop, cette fonction n'est plus assurée. C'est peut-être ce qui explique que dans certaines zones tropicales en voie de saturation, on note une répartition des territoires cultivés par les communautés villageoises en deux systèmes distincts. Un système pratiquement sans jachère près des habitations où la gestion de la fertilité est assurée par l'utilisation des déjections humaines et animales et éventuellement de l'engrais, et un système résiduel périphérique où l'on continue à pratiquer la jachère longue.

Il est intéressant de noter que dans les régions où l'accroissement de la pression démographique a entraîné un raccourcissement de la jachère et une transformation des systèmes de culture, comme cela a été le cas dans la région du plateau central au Togo (Tallec 1987) l'appellation même du sol par les agriculteurs peut s'en trouver changé. Ce que les agriculreurs appellent sol de forêt ou "avenyigba" et qu'ils caractérisent par des comportements et aptitudes très spécifiques peut devenir sol de savane ou "dzobenyigba" dès lors que le temps de jachère ne permet plus la reconstitution du couvert forestier. Ainsi le changement voire la disparition de la jachère entraîne un changement de sol et donc de son appellation.

Autre pratique intéressante montrant bien la spécificité des jachères arbustives. Dans le sud Bénin et au Togo les agriculteurs de l'ethnie Adja tentent de conserver les avantages de la jachère arbustive en dépit d'une forte densité de population (>40 hab/km2) en plantant dans leur champs après 4 à 5 années de culture des palmiers à huile. Au bout de quelques années, le développement des arbres empêche toute culture en même temps qu'il débarrasse le sol du cortège d'adventices associées aux cultures annuelles. Après une dizaine d'années, l'abattage des palmiers pour la récolte de vin de palme et la fabrication d'alcool (sodabi) procure des revenus que ne fournit pas la défriche forestière, tout en laissant un sol propre pour les nouvelles cultures.

Avec l'augmentation de la population et l'accroissement de la compétition sur la terre on voit se développer en Afrique tropicale, ce système de pseudo-jachère,c'est à dire la plantation d'arbres dans et à la place des cultures anuelles afin de pérenniser la propriété du sol qui rappelons le, dans le droit traditionnel, est essentiellement liée à son usage. C'est cette même stratégie qui conduit les agriculteurs des zones où l'espace cultivable est en voie de saturation, à pratiquer des cultures pérennes (café, cacao) de façon extensive, en les utilisant comme des "marqueurs de terre"

La jachère arborée et la culture itinérante qui lui est étroitement associée, tant qu'elles ne concernaient que des populations clairsemées, de faible densité, ne mettaient pas en péril le patrimoine forestier des zone exploitées avec ce système . Par contre dès que la pression sur la terre augmente, par un phénomène classique de rémanence des systèmes anciens, le maintien de ce mode d'exploitation du milieu entraîne une destruction du couvert forestier, plus rapide que sa régénération . Cette situation correspond typiquement aux situations de crise auxquelles sont confrontées périodiquement les sociétés rurales et qui sont à la base de l'évolution de leur système agraire.

Pour faire face à cette situation où chaque année plus d'un million d'hectares de forêt disparaît en Afrique tropicale, on a cherché des alternatives notamment en expérimentant des systèmes de culture fixée associant l'arbre et les cultures annuelles C'est dans cette perspective que s'inscrivent les recherches entreprises par l'ITA en Afrique centrale, pour la mise au point du système d "alley - cropping" (cultures en couloir).

Mais la faible adhésion des agriculteurs à ce nouveau système amène à se demander si dans l'élaboration de cette alternative on a correctement analysé les inconvénients mais aussi les avantages du système que l'on veut remplacer ? En autres termes, est-ce que les mérites supposés de l'association arbre planté cultures, compensent effectivement les avantages de l'exploitation d'espace forestier par la culture itinérante et la jachère arbustive, notamment en ce qui concerne le contrôle des adventices, la simplification des façons d'entretien et en définitive la productivité du travail ?

Si l'on veut que les agriculteurs abandonnent leur ancien système, il faut porter une attention plus grande aux techniques de contrôle des adventices et à la productivité du travail, ce qui conduit à explorer des voies d'amélioration de ces systèmes auxquelles on n'a peut être pas porté suffisamment attention jusqu'ici : mécanisation, cultures associées, traitements herbicides, etc....

La jachère en zone sahélo-soudaniénne, une pratique indispensable à la reproduction des systèmes de culture ?

Dans cette zone, la jachère est une pratique très générale mais en nette régression du fait de l'extension rapide des surfaces cultivées par suite de la forte croissance démographique.Dans les systèmes de production de cette zone la jachère a deux fonctions principales , d'une part assurer l'entretien de la fertilité des sols, d'autre part contribuer à l'alimentation des troupeaux.

La première fonction est primordiale pour les sols sableux, d'origine dunaire largement représentés au sahel. En effet ces sols ont une C.E.C. très limitée et donc un volant de fertilité très faible. Après quelques années de mise en culture, leur fertilité chimique décroît fortement et avec elle, le niveau des rendements. En conséquence l'entretien de la fertilité des sols constitue une exigence fondamentale pour assurer la reproduction des systèmes de culture des zones sahélienne et sahélo-soudanienne.

Mais pour bien comprendre le rôle que joue la jachère dans cet entretien, il est nécessaire de prendre en compte l'ensemble des pratiques qui contribuent à la gestion de la fertilité des sols. Comme dans toutes les agricultures du monde, quatre grands types de moyen peuvent être utilisés pour assurer l'entretien de la fertilité des sols. Ces moyens sont les suivants :

- La jachère qui, si elle est assez longue pour permettre le développement d'un couvert arbustif ou arboré correspond, nous l'avons vu, à un transfert vertical de fertilité, en même temps qu'elle entraine l'extinction des adventices concurrentes des cultures.
- L'association entre l'agriculture et l'élevage qui permet, par l'exploitation de parcours périphériques des terres cultivées et la pratique du parcage sur ces terres, un transfert d'éléments minéraux de ces parcours vers les zones de culture. Cette association participe également à l'entretien humique des sols notamment par le recyclage des résidus de culture qui, lorsqu'ils sont constitués comme au sahel par des tiges de mil ou de sorgho sont difficiles à enfouir et longs à se décomposer quand ils sont laissés à la surface du sol, ce qui incite les agriculteurs à les brûler.
- L'introduction de légumineuses dans l'assolement permettant l'amélioration du statut azoté des sols grâce à la fixation symbiotique. Ces légumineuses peuvent être soit des cultures annuelles en rotation ou associés à des céréales, soit des légumineuses perennes comme *l'acacia albida.*

Enfin, l'apport d'amendements c'est à dire de fertilisants minéraux ou organiques exogènes. De tels apports sont particulièrement nécessaires pour corriger soit des carences du solcomme la carence phosphatée fréquente au Sahel, soit un pH trop acide limitant l'utilisation des éléments minéraux.

C'est en combinant ces quatres grands types de moyens que les agriculteurs s'efforcent d'assurer l'entretien de la fertilité de leurs sols.

En zone sahelo-soudanienne cette combinaison et le rôle particulier que la jachère y joue, sont très variables d'une région à l'autre et ont sensiblement évolué au cours du temps.

Dans les régions peu peuplées et les plus arides, c'est incontestablement la jachère qui est à la base de l'entretien de la fertilité des sols. Il s'agit généralement d'une jachère longue, supérieure à cinq ans, permettant la reconstitution d'un couvert végétal arbustif qui peut-être assez rapide même au sahel, si tant est que les pluies ne sont pas trop limitées.Dans ces zones l'occupation de l'espace est relativement lâche et faiblement structuré. Les îlots de culture alternent avec les zones de jachère, de parcours et de forêt. L'espace cultivé est nettement dissocié de celui dévolu aux animaux ce qui explique les relations assez faibles entre agriculture et élevage et le rôle limité des animaux dans l'entretien de la fertilité.

Ces situations, caractéristiques des fronts pionniers, correspondent à des densités de population généralement inférieures à 20 hab/km2. Tant que ce seuil n'est pas dépassé et donc que la jachère peut occuper un espace suffisant, l'entretien de la fertilité des sols ne pose pas de problèmes majeurs.

Il en va autrement dans les régions où le croît démographique ou l'arrivée de migrants ont entraîné une exptension rapide des cultures et une réduction des jachères. En fait entre les zones de fronts pionniers et celles où la population a atteint voire dépassé 100 hab./ km2, comme dans le centre du Yatenga ou dans le sud du département de Maradi, on rencontre tous les intermédiaires. L'évolution qui se manifeste au fur et à mesure de l'accroissement de la pression foncière peut très schématiquement se résumer comme suit : réduction des jachères, renforcement des relations entre agriculture et élevage, structuration progressive de l'espace, obsolescence des règles d'appropriation collective de la terre au profit d'une individualisation des droits fonciers.

Dans le stade intermédiaire de ce processus d'évolution, la combinaison des moyens adoptés par les agriculteurs pour entretenir la fertilité de leurs sols comprend toujours le recours à la jachère mais s'y ajoute les transferts de fertilité permis par les animaux et donnant lieu à des pratiques de parcages et des contrats de fumure. L'association légumineuses-céréales devient très fréquente tandis que s'amorce, timidement, le recours aux fertilisants dans la mesure où ceux-ci sont disponibles et lorsque les agriculteurs disposent de revenus monétaires pour les acheter.

A vrai dire la combinaison de ces différents moyens de gestion de la fertilité et au sein de cette combinaison le rôle spécifique de la jachère varie non seulement à l'échelle régionale ou inter-régionale, en fonction de la pression foncière, mais aussi à l'échelle des territoires villageois, comme cela a été mis en évidence dans différentes régions du sahel et en particulier à Maradi. Dans les villages structurés en auréoles on observe que dans les auréoles périphériques la gestion de la fertilité est assurée surtout par la jachère, dans les auréoles intermédiaires la jachère se raccourcit fortement ou même disparaît, la fertilité des sols est alors assurée par l'association légumineuse-céréales et des apports sélectifs de fertilisants organiques et parfois d'engrais mineraux. Enfin dans l'auréole proche du centre d'habitation ce sont les déjections humaines et animales (parcages) qui assurent un entretien, généralement satisfaisant, de la fertilité des sols.

Dans les zones à forte densité de population (>100 hab/km2) la saturation foncière est telle qu'il n'y a plus de place pour la jachère sauf occasionnelle. Dans ces situations l'extension des cultures a entraîné non seulement une quasi disparition des jachères mais aussi une forte réduction des terres de parcours. Cette double régression s'accompagne généralement d'une diminution de l'élevage vivant sur le territoire des villages. C'est alors deux moyens essentiels de l'entretien de la fertilité qui disparaissent et la baisse des rendements qui en résulte empêche les agriculteurs de disposer de moyens financiers suffisants pour recourir à l'emploi d'engrais.

On entre alors dans une phase de crise où la reproduction des systèmes de culture et de production, a de plus en plus de mal a être assurée. Les symptômes qui attestent de cette situation de crise sont, sur le plan agronomique l'apparition du *"striga"* phanérogame parasite qui envahit les champs de mil et de niébé, sur le plan social, l'exode et les migrations de plus en plus prolongées des jeunes.

Face à cette crise des systèmes de production sahéliens où la jachère est amenée à occuper une place de plus en plus résiduelle, quels scénarios peut ont faire pour l'avenir ?

Le premier, le plus pessimiste correspond à la politique du laisser faire et du laisser aller qui est, malheureusement, la plus probable. Dans ce cas de figure, la saturation foncière, la disparition des jachères, la baisse de fertilité vont accentuer les mouvements de migration des ruraux vers les villes et par voie de conséquence entrainer un certain désengorgement des zones saturées. Ce phénomène a déjà été observé localement .Il s'est traduit par l'apparition de terres laissées en jachère suite au départ de leurs anciens exploitants. Cette situation n'est cependant guère positive dans la mesure où les migrants ruraux n'ont d'autre issue que d'aller grossir le nombre des chômeurs dans les villes. Il s'agit là d'un scénario où l'équilibre s'établit par le bas, si équilibre il y a.

L'autre scénario consiste à concevoir une véritable agriculture fixée qui rompe avec la logique de cueillette qui a prévalu jusqu'ici, en recourant à tous les moyens possibles pour maintenir voire améliorer la capacité productive du milieu. Dans cette perspective, la jachère a-t-elle encore sa place ? Certainement, si on considère que cette agriculture fixée ne peut se bâtir que sur une association étroite entre agriculture-élevage. Historiquement cette association en Europe s'est trouvée confortée par la culture des fourrages. Au Sahel il n'apparait pas réaliste d'envisager à court et moyen terme des cultures exclusivement destinées aux animaux. Aussi, la jachère est-elle appelée à conserver un rôle fourrager important ne serait ce que pour offrir un espace de pâturage aux animaux durant la saison de culture. Mais cela suppose que tout soit fait pour rendre ces jachères les plus productives possible ce qui nécessite toute une série d'améliorations : clôture, pâturage rationné et dans certain cas fertilisation. La récolte de foin de jachère que l'on observe de plus en plus fréquemment au Sahel, particulièrement les années sèches, laisse penser que les agriculteurs-éleveurs de cette région sont peut être prêts à changer de comportement vis-à-vis de l'usage et de la gestion de leurs jachères.

Cependant, on ne peut envisager la restauration de la fertilité des sols par la seule régénération des jachères. Il faudra y associer d'autres moyens notamment l'association des arbres et de la culture et dans un certain nombre de cas le recours aux fertilisants minéraux.
Le pari, dans ce schéma, est une sortie de la crise par le haut, c'es-à-dire par une amélioration des capacités productives des systèmes de production qui permettrait sur le plan agronomique d'accroître les possibilités de restitution organique et minérale aux sols et sur le plan économique, l'obtention de surplus permettant l'acquisition des moyens nécessaires au renforcement des capacités productives des unités de production (achat d'intrants, de bétail, d'équipement). Mais un tel scénario pour être plausible, nécessiterait une modification profonde des politiques agricoles auxquelles sont assujettis les pays de la région.

La jachère au Magreb, une pratique tenace aux effets controversés

Avec l'élevage ovin, la culture de l'olivier et la rotation biennale, la jachère fait partie des attributs traditionnels des systèmes agraires méditerranéens.

Sa principale fonction est sans conteste une fonction fourragère. En effet, si on considère toutes les périodes où le sol reste sans culture et qui correspondent à des temps de jachère, senso latu, on observe que ces périodes sont en général mises à profit pour l'affouragement des troupeaux ; que ce soit la jachère d'été entre deux cultures d'automne pendant laquelle se pratique la vaine pâture des chaumes, que ce soit la jachère plus longue qui sépare la récolte des céréales en juin avec la préparation des terres pour les cultures de printemps de l'année suivante ou qu'il s'agisse de la jachère durant toute une campagne

agricole.

La jachère est en effet un élément essentiel du calendrier fourrager des troupeaux dans de nombreuses régions du Maghreb. Dans les systèmes de production traditionnels elle assure le relais entre le déprimage des orges et l'exploitation des mauvaises herbes d'une part, le pâturage des chaumes d'autre part. Son rôle est particulièrement important dans les régions qui ne disposent pas de parcours proches des terres de culture. Dans ces régions, même les petites exploitations manquant de terre, en consacre une partie à la jachère afin que les animaux puissent disposer d'un pâturage lorsque les terres sont emblavées.

Aussi considérer ces jachères comme nous y incitent les statistiques agricoles, comme terres incultes non productives est évidemment une erreur dans la mesure où les jachères au Maghreb constituent la principale sole fourragère et une des bases de l'alimentation des troupeaux.

Indispensable dans beaucoup de petites exploitations, la jachère est également très répandue dans les grandes où sa substitution par des cultures sarclées, que ce soit du maïs, des légumineuses à graines ou des fourrages, nécessite une diversification de l'équipement et un surcroît de main-d'oeuvre. C'est généralement l'intensification de l'élevage qui provoque un changement de comportement en faveur de la culture des fourrages.

Ce rôle fourrager des jachères a été particulièrement manifeste dans les domaines autogérés algériens. Malgré les tentatives faites pour réduire on supprime une jachère qui en principe ne rapportait rien aux finances des domaines, celle-ci s'est maintenue, car, elle etait en fait la sole fourragère indispensable à l'alimentation de troupeaux privés appartenant au personnel de ces domaines ou à leur parenté.

Avec l'accentuation de l'aridité et la disparition progressive des cultures pouvant alterner avec les céréales (légumineuses, maïs), la place de la jachère augmente pour devenir un élément structurel des systèmes de culture des zones arides et une des bases de l'affouragement des troupeaux.

Considérant le rôle fourrager des jachères, plusieurs tentatives ont été faites au Maghreb pour substituer au système biennal céréale-jachère, le système de *ley-farming* mis au point en Australie, dans lequel les céréales alternent avec des légumineuses fourragères (médicago) qui grace à leur dormance tégumentaire, se resèment en principe naturellement tous les deux ans. Les espèces de médicago utilisées par les australiens étant originaires d'Afrique du Nord, il était en effet tentant d'adapter ce système aux pays maghrébins d'autant qu'il présente des avantages théoriques particulièrement séduisants : enrichissement du sol en azote, fourniture de fourrages de qualité, réduction des frais de culture, etc...

Mais des difficultés de mise en oeuvre de ce système, dues entre autres aux caractéristiques des exploitations agricoles maghrébiennes ont été à l'origine de nombreux échecs et de graves désillusions.Résultat, la jachère s'est maintenue.

Une autre fonction que la jachère peut jouer au Maghreb est de contribuer à l'économie de l'eau. Cela suppose évidemment qu'elle soit travaillée afin d'éliminer la végétation adventice et permettre un report d'eau, stockée dans le sol, d'une année à l'autre. Cette conduite étant antagoniste avec la fonction fourragère présentée précédemment des compromis ont parfois été adoptés par les agriculteurs qui consistent à laisser pousser l'herbe durant l'hiver pour les animaux et à travailler la jachère au début du printemps alors que les réserves en eau du sol ne sont pas encore épuisées. On parle alors de jachère semi-travaillée.

Cette utilisation de la jachère pour améliorer l'économie de l'eau et, de ce fait, considérée comme une technique de *dry-farming*, a donné lieu à de nombreuses controverses, alimentées par des observations et des résultats essentiellement empiriques.

Pour dépasser ces controverses et se former une opinion fondée sur des bases plus rationnelles, il nous semble utile de rappeler les conditions qui permettent effectivement un transfert d'eau d'une année à l'autre et sa valorisation.

1° Condition : Pour stocker l'eau en hiver et au printemps et la reporter à l'automne suivant, il faut travailler le sol régulièrement pour éliminer les mauvaises herbes et maintenir une porosité grossière de la couche superficielle du sol afin d'éviter par un effet de self mulching une évaporation directe de l'eau du sol.

2° Condition : Il faut que le sol dispose d'une réserve en eau suffisante pour permettre un stockage d'eau significatif. Cela suppose donc des sols profonds, condition qui est loin d'être assurée dans de nombreuses zones d'Afrique du Nord.

3° Condition : Il faut qu'il y ait un déficit hydrique lors de l'installation et du développement de la culture suivant la jachère. Si les pluies en début de cycle sont abondantes elles vont rapidement reconstituer la réserve utile du sol et gommer les différences de niveaux antérieurs de cette réserve.

Bref on voit que la jachère travaillée est une pratique non seulement coûteuse mais d'efficacité assez aléatoire. Ainsi durant la campagne 19980-81, particulièrement sèche au Maroc, l'effet bénéfique de la jachère travaillée ne s'est manifesté que sur des sols profonds : sols chatains du plateau de Merchouch, vertisols du Gharb, ce qui a clairement mis en évidence les limites agronomiques de la jachère travaillée de 16 mois.

Si, par ailleurs, on considère l'aspect économique de cette pratique et que l'on compare l'association céréale-jachère avec celle des légumineuses à graines et des céréales, l'intérêt de la jachère travaillée devient plus discutable encore, particulièrement dans les pays où la population a, en moyenne, une ration alimentaire déficitaire en protéine.

Cependant pour être tout à fait rigoureux il faudrait considérer les autres effets de la jachère. Certains, sont positifs comme l'amélioration de la minéralisation de l'azote après jachère, d'autres négatifs comme la diminution du stock de matière organique ou l'accentuation des risques d'érosion du sol.

En conclusion, il apparait que la jachère est une pratique qui, particulièrement dans les pays en voie de développement, remplie des fonctions très diverses et souvent essentielles au fonctionnement et à la reproduction des systèmes de production (cf tableau joint). Aussi est-il important de bien analyser ces différentes fonctions pour évaluer les conséquences de sa régression qu'elle soit volontaire comme au Maghreb ou résultant de l'accroissement de la pression foncière comme en Afrique sub-saharienne.

FONCTIONS DE LA JACHERE

Types de jachère	Durée en années	Densité population hab/Km2	Régions	Contrôle des adventices	Marquage de terre	Fertilité des sols	Fourrage	Limitation des excédents
Jachère arborée	>10 ans	<10 h/km2	équatoriale forestière	+++		+		
Jachère plantée	>10	20-40	tropicale humide	++	+++	+		
Jachère arbustive	6-10	20-40	soudanienne	+		+++		
Jachère buissonnante	3-8	30-80	sahélo soudanienne			++	++	
Jachère annuelle (travaillée)	1	>40	Maghreb	-		+ (-)	+++	
Jachère "non culture"	-	-	CEE USA			+		+++

Fonction principale +++ importante ++ secondaire + effet négatif -

BIBLIOGRAPHIE

ARNON 1972 "Crop production in dry résigions" Vol.1 Background and principeles Ed leonard Hill, London

BOULIER F, Jouve Ph. 1990 "Evolution des systèmes de production sahéliens et leur adaptation à la sècheresse" R3-6 - CILSS - CIRAD Montpellier 144p

De ROUW A 1991 " Rice, weed and shifting cultivation in a tropical rain forest" A study of vegetation dynamics, Doctoral thèsis . Agricultural University Waqeninqen 263p

JOUVE P.1983 "La lutte contre la sècheresse par les techniques culturales" Rev. Hommes terre et eaux n°52/58 p 111 à 118

JOUVE Ph, DAVID D. 1985 "Diversité spatiale et évolution des modes d'association de l'agriculture et de l'élevage dans la région de Maradi au Niger" Cahier de la R.D n°7 p 54-64

JOUVE P 1991 "Sècheresse au Sahel et stratégies paysannes" Rev. Sècheresse n°2. 61-69

RUTHENBERG H. 1983 "Farming systems in the tropics"Oxford University Press, Walton street, oxford 424p

SEBILLOTTE M. 1976 "Jachère, système de culture, système de production, méthodologie d' étude" Journées d'étude Agronomie - Sciences humaines, 5 - 6 juillet 1976, INA Paris

TALLEC M. 1986 "Etude des systèmes agraires de la région de Notse au Togo" Doc. Syst. Agraire. n°10 DSA-CIRAD Montpellier 135p