

## LA JACHÈRE. ÉLÉMENTS POUR UNE THÉORIE

Michel SÉBILLOTTE<sup>1</sup>

Note : ce texte est un condensé du document publié dans "A travers champs, agronomes et géographes", pp 161-229. Paris, ORSTOM Ed., 1991.

### RÉSUMÉ

*L'absence de théorisation est à l'origine de la rareté de la connaissance objective sur les rôles des jachères et sur les raisons de les pratiquer. Une telle théorie des jachères devrait permettre non seulement un meilleur dialogue entre sciences humaines et agronomie, mais surtout de mieux poser la problématique de son remplacement. La jachère se définit aujourd'hui par l'état d'une terre temporairement sans culture, qui a plusieurs rôles. Au niveau du "système parcelle", la période de jachère est elle même responsable d'un changement d'état du milieu, compte tenu de son état initial et des processus où interagissent le sol, les êtres vivants, le climat et les techniques appliquées aux jachères. Ce changement d'état dû à la jachère est l'"effet précédent". Il convient de bien différencier cet effet de la "sensibilité du suivant", qui est la réponse propre de la culture suivante, soumise à un climat et un itinéraire technique particulier, à cet état final. Ainsi on ne pourra connaître l'impact d'une jachère qu'en décomposant ces deux effets. Après plusieurs cycles culture-jachère, des effets cumulatifs peuvent être mis en évidence, tant au niveau du système parcelle que celui du bassin-versant. L'existence de jachères conditionne d'autre part la vie de l'exploitation, en particulier les activités d'élevage, et peut être avantageuse dans l'accession à un état de milieu jugé favorable (en regard des objectifs et des contraintes). Dans la pratique, l'agriculteur juge de l'opportunité de la jachère par les chances qu'elle lui procure d'accéder à un milieu favorable (compte tenu de ses outils, connaissances et moyens de production disponibles). La décision dépend aussi d'une confrontation entre les objectifs de l'agriculteur et les conditions socio-économiques générales, qui font de la jachère un moyen plus ou moins économique et socialement acceptable. Ce schéma méthodologique permet de rechercher les fonctions des jachères dans des situations très diverses (Europe, Afrique du Nord, Afrique de l'Ouest), et de poser le problème de leur remplacement.*

**Mots-clés** : Jachère, théorie, agronomie générale, systèmes de culture, système de production, Afrique du Nord, Tropiques, Europe, effet précédent.

---

<sup>1</sup> Professeur d'agronomie générale à l'INA-PG, 16 rue Claude-Bernard 75005 Paris

**ABSTRACT: : FALLOWING. THEORY ELEMENTS**

*As a result of the absence of any theories objective knowledge on the role of fallowing and its justification is scarce. A fallow theory would enable, firstly, a better exchange between the human sciences and agronomy, and, secondly, a formalization of the question of its replacement. Today fallow land is defined as temporarily uncultivated land. As regards the 'parcel system', this fallowing period is responsible for a change in the environment; taking into account its initial state and the interacting processes of the soil, the living creatures, the climate and the techniques applied to fallow land. This change in state as a result of fallowing is known as the 'preceding effect' (i.e. the fallowing effect) which is different from the 'sensitivity of the following ',(i.e., the response, under specific climatic and technical conditions, of the crop which follows.) The impact of fallowing is therefore determined by breaking down these two effects. Cumulative effects can be shown regarding the parcel system and the watershed after several cultivation/fallow cycles. The farming life, in particular animal husbandry, is conditioned by fallowing, and can be considered advantageous in a favourable environment (taking into account goals and constraints). Practically speaking the farmer considers fallowing to be profitable according to the chances of increasing the potentials of his land (taking into account his tools, knowledge and production means at his disposal). Before going into fallowing the farmer considers his objectives in relation to the general socio-economical conditions which make fallowing a way of cultivation more or less economical and socially acceptable. With this methodology the role of fallowing in very different areas (Europe, North Africa, Western Africa) and the evaluation of their possible replacement can be determined.*

**Key words:** *fallowing, theory, general agronomy, cropping systems, farming systems, North Africa, Tropics, Europe, preceding effect.*

**INTRODUCTION**

Jachère, mot valorisé s'il en fut, comme celui de fertilité<sup>1</sup>! Il s'agit d'une pratique culturale, indissociable de son contexte : milieu naturel, techniques culturales, environnement socio-économique. Jachères donc et non la jachère, phénomène historiquement et géographiquement situé. Et pourtant que de discours, de points de vue sous-tendus par une argumentation du type suivant :

- les paysans pratiquent la jachère, ils ont certainement de bonnes raisons ;
- mais qui dit jachère évoque (des profondeurs de nos représentations sociales) l'idée de "repos", de restauration de la fertilité ;
- c'est donc pour cela (principalement, pour les plus nuancés), que les paysans adoptent la jachère ;
- et donc, arrivé là, on en conclut sans même s'en rendre compte, de toute bonne foi, que la jachère a bien pour rôle de restaurer la fertilité, que c'est ce qui se passe en tout lieu où l'on se trouve...

Voilà les conséquences d'une absence de théorie de la jachère. On retrouve de telles idées chez bien des décideurs, toujours à la recherche de recettes "passe-partout" qui les sécurisent et qui justifient leur action dans la pensée "populaire". Aujourd'hui ce n'est plus tant de l'absence de références que naît le danger, mais bien au contraire, de l'usage abusif de résultats issus d'expérimentations "contrôlées", ce qui leur donne une garantie de sérieux mais non d'extrapolabilité<sup>2</sup>. La confrontation avec des géographes et des ethnologues, qui s'intéressent d'une autre manière aux pratiques des agriculteurs, pousse l'agronome à élaborer une théorie de la jachère, à cerner ce concept comme moyen d'analyser des pratiques, et non comme seul moyen de description globale.

<sup>1</sup> comme tout ce qui touche à la fécondité, dirait BACHELARD (1934).

<sup>2</sup> SEBILLOTTE M.. "Agronomie et Agriculture - Essai d'analyse des tâches de l'agronome". Cahier ORSTOM série bio. 24 et "La collection des références et les progrès de la connaissance agronomique". in "Exigences Nouvelles pour l'agriculture : les systèmes de culture pourront-ils s'adapter ?" Cycle Sup. Agron. INA-PG ADEPRINA 1976. pp 466 496.

## ESSAI DE DÉFINITION

Si l'on connaissait les conditions précises de son invention, en tant que pratique culturale, sous différents climats, à diverses époques de l'histoire, la tâche en serait facilitée. Il n'en est rien et l'on est réduit à des conjectures<sup>1</sup>. DE GASPARIN qui, après la tentative de l'Abbé ROZIER, est le premier à définir les systèmes de culture, traite ainsi de ce qu'il nomme le système des jachères (1848-1850). C'est celui "*où le sol étant appelé à produire une ou deux années de suite, on lui accorde ensuite une année de repos pendant laquelle la terre est soumise à des labours qui l'ouvrent, l'évalent aux influences atmosphériques, en la délivrant en même temps de toute végétation spontanée qui épuiserait ses suc sans grand profit pour le cultivateur. Ce système ne commence à être possible qu'autant que la terre qui y est soumise possède déjà des avances de fertilité telles que les plantes puissent y puiser, dès le début, l'aliquote des principes nutritifs nécessaires à leur consommation...*" Il ne s'intéresse donc qu'à l'alternance rapide culture-jachère, cette dernière étant courte. La culture itinérante des régions tropicales est appelée système celtique, elle concerne des situations, a priori, moins "fertiles". Ne sont pas non plus concernés par le vocable jachère, les cas où la terre est laissée enherbée, par exemple pour pouvoir nourrir des animaux, ceux où la jachère est accidentelle, non volontaire et liée à une impossibilité matérielle : manque de temps par exemple, enfin, ceux où la terre reste sans végétation sur des périodes de moins d'un an. Ceci est la conséquence de sa définition des systèmes de cultures, manières dont l'homme s'y prend pour exploiter le milieu, et de sa position d'agronome qui justifie cette pratique comme le moyen de "*réunir sur une seule récolte le bénéfice des engrais atmosphériques de deux années*". Il souligne, en outre, que "*cette introduction du système des jachères ne peut s'accomplir sans une révolution considérable dans l'état social du pays*".

L'agronomie moderne a besoin d'une définition à la fois plus large et plus rigoureuse dans laquelle ne soient pas mélangés par exemple, les caractéristiques de l'état de la parcelle, leurs rôles sur les cultures suivantes et la durée nécessaire pour que ces rôles soient remplis ni, *a fortiori*, les conditions socio-économiques responsables de sa présence. Je propose, pour regrouper l'ensemble des cas possibles : "La jachère est l'état de la terre d'une parcelle entre la récolte d'une culture et le moment de la mise en place de la culture suivante. La jachère se caractérise, entre autres, par sa durée, par les techniques culturales qui sont appliquées à la terre, par les rôles qu'elle remplit".<sup>2</sup>

Remarquons que, selon les circonstances, certains rôles sont privilégiés. On parle alors des fonctions de la jachère qui seraient celles en justifiant l'adoption. L'agronome ne doit pas, lui, admettre *a priori*, ces rôles comme étant ceux qui prédominent, il se doit de le vérifier à la lumière des connaissances actuelles.

## POINT DE VUE MÉTHODOLOGIQUE

**La jachère est un état**, il doit donc être caractérisé. Mais pour dégager les rôles spécifiques de cet état dans le système de culture, et donc l'intérêt de son introduction, en comparaison avec d'autres possibilités, il faut aussi caractériser le milieu naturel de la parcelle en jachère et les techniques, si frustes soient-elles, qui lui sont appliquées.

Depuis longtemps on s'est interrogé pour comprendre les raisons des augmentations fréquentes de rendement observées derrière la jachère. Le défaut de nombre de ces approches est de procéder à la recherche d'un

---

<sup>1</sup> SIGAUT (1976) fournit d'intéressants éléments mais tous liés à l'agriculture sud européenne. Il cite un texte de Mathieu de DOMBASLE qui insiste sur la jachère comme moyen de lutte contre les adventices en particulier dans les exploitations de grande culture ; ce qui renseigne sur les successions culturales et les techniques utilisées par ailleurs ; la jachère est un moyen économe!

<sup>2</sup>Le dictionnaire Petit Robert définit la jachère comme : "l'état d'une terre labourable qu'on laisse temporairement reposer en ne lui faisant pas porter de récolte".

facteur limitant jugé prédominant. DE GASPARIN pensait que le rôle de la jachère était surtout de modifier le stock d'azote du sol ; pour les tenants du dry-farming c'est le stockage de l'eau qui prime ; on a ensuite invoqué la lutte contre les adventices, contre les parasites. Ainsi on néglige les interactions entre facteurs au cours de la jachère, mais aussi durant la culture qui suit. Il est possible d'envisager, par exemple, que deux composantes du milieu varient en sens inverse et qu'alors leurs effets puissent s'annuler. On considère, si l'on préfère, la "fertilité" comme une donnée statique, se définissant par des critères analytiques aux effets additifs, dont le rendement de la culture suivante serait le révélateur.

La définition classique de l'effet précédent qui consiste à comparer les rendements ne convient pas ; associée à des maximes du genre "l'agronomie est la science des localités" elle bloque la pensée, la méthodologie est atrophée, sans valeur heuristique. On peut aujourd'hui définir :

- **l'effet précédent** comme étant la variation d'état du milieu (caractères physiques, chimiques et biologiques) entre le début et la fin d'une culture ou d'une période de jachère, sous l'influence combinée de la plante et des techniques culturales, l'ensemble étant soumis à l'action du climat.

- **l'effet suivant** ou **"sensibilité du suivant"** comme étant la traduction des réactions de la culture, avec les techniques qui lui sont appliquées et sous un climat donné, à l'état de la parcelle laissé par le précédent. Cet effet s'exprime en variation de rendement de la culture à ces états initiaux, variations strictement dépendantes du climat, des techniques utilisées et de leurs interactions (cf. SEBILLOTTE, 1982).

Mon option est donc d'utiliser l'analyse de système et de considérer :

- que la parcelle en jachère est un état du système formé par le microclimat, le sol, les cultures qui se succèdent sur la parcelle avec leurs techniques culturales. Par abréviation nous parlerons de "système parcelle".
- que ce système est une composante de systèmes de niveau supérieur et de nature différente :
  - + le bassin-versant
  - + l'unité de production agricole, la ferme et toutes ses parcelles.

L'étude de la jachère comporte ainsi plusieurs étapes :

- la caractérisation de l'évolution de l'état du système, de la situation originelle (récolte de la culture précédente), soit  $E_0$ , à l'état en fin de jachère soit  $E_f$ . Il faut donc analyser les rôles de la jachère vis-à-vis de chacun des paramètres caractérisant cette évolution et savoir qu'il peut être dangereux de ne retenir que ceux dont on pense qu'ils affecteront la culture suivante.

- la caractérisation de l'évolution générale des états du milieu au bout de  $n$  cycles culture-jachère (C-J), donc les effets cumulatifs, pas forcément décelables au bout d'un cycle, soit  $E_{f_n}$  cet état final.

- un jugement, cas par cas des rôles réellement joués sur le système parcelle par :

+ une comparaison avec d'autres systèmes de culture.

+ une analyse des conséquences des états  $E_f$  et  $E_{f_n}$  sur le modèle d'élaboration des cultures suivantes

(cf. FLEURY, MASLE, SEBILLOTTE, 1982) en tenant compte d'une analyse fréquentielle du climat.

Il est ainsi possible de hiérarchiser les rôles de la jachère, de juger de la reproductibilité du système en l'absence de modifications des technologies et de l'environnement socio-économique.

- un travail analogue doit être réalisé pour les systèmes de niveaux supérieurs pour éventuellement fournir les conditions de sa reproductibilité socio-économique.

La figure 1 résume les différentes étapes de cette méthodologie d'étude dont on pourrait dire qu'elle revient à considérer des jachères et non la jachère et que, de même que l'on ne peut affirmer *a priori* quel sera le résultat de l'emploi d'une technique culturale, on ne sait pas d'une manière certaine quels seront les états  $E_f$  et  $E_{f_n}$  indiqués sur ce graphique.

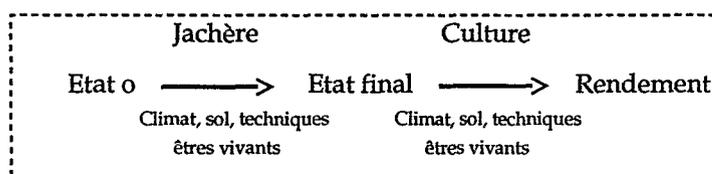
Figure 1: Diagramme méthodologique

## THEORIE DE LA JACHERE

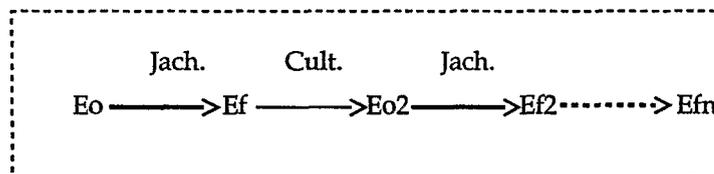
**Liaison directe à abandonner :** Jachère  $\longrightarrow$  rendement du suivant

**Liaisons à introduire :**

+ Effet précédent + Effet suivant au niveau du *système parcelle*



+ Effets cumulatifs : *système parcelle et bassin-versant*



+ Effets sur l'unité de production

- Effets du couple J/C sur la vie de l'exploitation par rapport au couple C/C

- Effets du couple J/C sur le coût d'obtention de Efn (jugé favorable) vis à vis du coût d'obtention du même état dans les successions C/C

## PRATIQUE DE LA JACHERE

En schématisant, la pratique de la jachère repose sur deux types de jugements de l'agriculteur :

- La probabilité d'obtenir Ef quelles que soient les circonstances climatiques est élevée. Si Efn est défavorable, on escompte une amélioration technologique compensatrice,

- Les conditions socio-économiques sont telles que cette pratique est préférable face à ses propres attentes.

## LES RÔLES DE LA JACHÈRE SUR LE SYSTÈME PARCELLE

Selon qu'il s'agisse de jachère en milieu méditerranéen ou semi-aride ou bien en milieu tropical, il n'est pas fait appel, en général, aux mêmes effets. Il n'est donc pas possible de hiérarchiser dans l'absolu ces rôles. Par ailleurs, les travaux de recherche sont d'importance inégale selon les différents types de jachère. Voulant amorcer une théorie je développerai les aspects les mieux renseignés, la démarche devant pouvoir s'étendre aux autres sans difficulté particulière de principe.

### Rôle sur l'humidité du sol

En captant les pluies, la jachère accroît l'humidité du sol pour la culture suivante. Le dry-farming est précisément un ensemble de techniques destinées à favoriser ce rôle. Mais l'efficacité de la jachère dans ce domaine est l'objet de controverse : les pourcentages d'eau stockée par rapport aux précipitations cumulées durant la jachère sont très variables, selon les auteurs.

On ne peut sur une telle variabilité décider de l'introduction et du bien fondé de la jachère. Il ne suffit pas d'objectiver les états, il faut encore comprendre de quoi ils sont le résultat et, ici, il faut repartir des données théoriques et du rôle du climat, le sol n'étant qu'un réservoir.

Seule la considération du bilan hydrique durant la période de jachère peut renseigner sur son efficacité pour stocker les pluies. On peut écrire :

$$\Delta RU = (1-a) P - ET - D \quad (1)$$

avec  $\Delta RU$  = variation de l'humidité du sol

"  $a$  = coefficient de ruissellement ( $a < 0$  ou  $a > 0$  selon la topographie)

"  $P$  = pluies cumulées durant la jachère

"  $ET$  = évaporation cumulée durant la jachère

"  $D$  = drainage cumulé durant la jachère.

Il n'y a stockage d'eau que si le deuxième membre est positif. Il en résulte plusieurs conséquences :

#### Influence des caractéristiques climatiques

*Valeurs respectives et répartition dans le temps de P et ET*

La quantité d'eau stockée dépend en particulier des valeurs de  $ET$  durant la période sèche qui suit la période pluvieuse et de la durée de la sécheresse. En particulier les pluies qui tombent durant les périodes de forte évaporation interviennent peu : on sait qu'un sol maintenu humide en surface évapore plus que s'il est sec (MASSEE et SIDDOWAY, 1969).

Le calendrier cultural, en délimitant les périodes de jachère et en les fixant par rapport aux précipitations conditionne directement l'efficacité de stockage de l'eau.

#### *Facteurs influençant les effets de ET*

Après une certaine période sans pluie, le sol ne perd plus que très lentement son eau : il est "self-mulched". La texture intervient en particulier, en terre argileuse qui se fissure profondément. La quantité d'eau perdue est très supérieure et les pertes se prolongent dans le temps.

Le travail répété de la surface peut entraîner à coté d'une accélération de l'évaporation, la formation de zones tassées en profondeur qui pourront ultérieurement constituer des obstacles aux racines de la culture (SEBILLOTTE, non publié). Néanmoins, si le nombre de passages d'outils est restreint, les pertes en eau

n'affectent que la surface (ARMY et al, 1961) et les risques de tassement sont faibles surtout si on n'emploie pas les outils à disques.

La présence de *mulch* de paille réduit l'évaporation mais surtout aux périodes humides et cet effet est alors accru si les pailles restent droites (ARMY et al, 1961 ; Mc CALLA et ARMY, 1961).

La présence de plantes adventices durant la période de jachère entraîne une réduction de la quantité d'eau stockée. Mais il faut remarquer que les modes de lutte contre les adventices ont des effets variés :

- ainsi le contrôle chimique, en ne favorisant pas la germination et la levée des graines enfouies aboutit à une infestation plus grande du blé qui suit (BLACK et POWER, 1965).

- par contre, l'emploi des herbicides peut favoriser l'infiltration de l'eau en ne détruisant pas le *mulch* de paille et en n'affinant pas trop la structure du sol ce qui joue un rôle important en cas de ruissellement (Mc CALLA et ARMY, 1961 ; SMIKA et VICKS, 1968 ; MEYER et al, 1970).

### La valeur du coefficient a

Elle est négative ou positive selon la situation topographique. Dans le second cas c'est la pente qui, jointe à une intensité des pluies supérieure à la vitesse d'infiltration, entraîne le départ de l'eau qui s'accumule en surface.

BOIFFIN (1984) a montré comment en sol limoneux la surface se ferme progressivement sous l'action de "splash" des gouttes de pluie et comment ceci entraîne la naissance d'un ruissellement. Les pertes en eau par ruissellement sont beaucoup trop négligées habituellement et nombre de résultats sont inextrapolables de ce fait.

On peut jouer sur l'état de la surface pour accroître sa porosité et donc l'infiltration (mais attention aux structures instables qui se recolmatent ou s'érodent rapidement) ou pour augmenter sa rugosité et ralentir la circulation de l'eau (action des outils ou maintien d'un *mulch* de paille en surface). C'est parfois la possibilité même d'infiltration en profondeur qui est inexistante. Mais le travail profond du sol donne des résultats très variables selon le type de sol et le climat.

SALMON et al. (1953) écrivent : "*La théorie comme quoi le labour profond et le sous-solage étaient nécessaires pour favoriser la pénétration de l'eau et son stockage et pour former une couche épaisse dans laquelle les racines peuvent croître, semblait avoir une étrange fascination. Il n'y avait aucun résultat expérimental pour supporter cette croyance mais c'était une théorie séduisante*". Ils notent qu'aucun résultat récent n'appuie cette théorie qui est fort répandue encore actuellement et pas uniquement dans les régions sèches. Des travaux menés en Algérie (BADUFLE, LEVAL, MANICHON, SEBILLOTTE) <sup>1</sup> confirment le peu d'intérêt d'un travail profond sauf si l'existence d'un obstacle réduit l'enracinement en profondeur.

### Le drainage

L'épaisseur de sol considérée et son état d'humidité au début de la jachère sont essentiels à examiner.

En général les mesures d'humidité sont faites sur une profondeur insuffisante. A Tunis, YANKOVITCH (1956) observe sur des cases lysimétriques des percolations à 2 mètres de profondeur, même après la culture. Mais il est vrai que la pluviométrie est alors concentrée en hiver, à une période où l'évaporation est faible, et qu'il n'y a aucun ruissellement.

Sur les Hautes Plaines Algériennes, à Batna, DUTHIL (1962) observe qu'en général la période de jachère ne permet pas de reconstituer le stock sur 1,65 m de profondeur.

---

<sup>1</sup> *Méthodologie de Travail pour les agronomes et résultats* - Campagnes 73-74 et 74-75. MARA-IDGC ALGER, CCCE-GEARA PARIS, Doc multigr. t75 p. Une carte des terrains selon leur intérêt pour la pratique de la jachère a été dressée par LEVAL, D. (IDGC-MARA-ALGER) pour la daïra de TISSEMSILT, 1977.  
MANICHON, H. LEBRIS 1578. "*Comment raisonner l'intensification céréalière dans le contexte de l'Agriculture Algérienne*". MARA-IDGC-ALGER - CCCE-GEARA-PARIS.

### Conclusion sur les rôles de la jachère sur l'humidité du sol

Il est évident que l'on ne saurait chiffrer le stockage d'eau en faisant la moyenne de résultats expérimentaux ! On peut affirmer que l'on dispose des éléments techniques pour raisonner cette accumulation d'eau et donc juger de son intérêt. C'est sur ces bases que l'on a pu cartographier, sur les Hautes-Plaines Algériennes, son intérêt, en tenant compte tout particulièrement de l'épaisseur des sols : plus celle-ci est faible moins cette pratique est utile (LEVAL, 1977 cf. note n° 4). Il faut noter que l'analyse de cet intérêt suppose que l'on se penche sur "l'effet suivant". Le rendement de la culture après jachère dépend, entre autres :

- de la pluviométrie l'année de la culture ;
- de la possibilité pour la plante cultivée de coloniser profondément le sol par ses racines et donc de l'absence d'obstacles structuraux (ce dont il faudra s'assurer) ;
- de l'absence de facteur limitant d'ordre chimique ;

A l'inverse, un des rôles positifs, souvent souligné, de cette augmentation d'humidité est de permettre une amélioration des conditions de germination et levée pour le blé qui suit la jachère. Pratiquement tous les auteurs américains font mention de cet avantage. Cependant cet avantage ne peut s'extérioriser que si :

- les semences ne suivent pas une longue période sèche car alors l'humidité en surface n'est pas affectée, et la réussite des semis est liée aux pluies de l'année (YANKOVITCH, 1956 ; SEBILLOTTE et al., non publié) ; cette situation est la règle, ou presque, en Afrique du Nord.
- la jachère n'est pas labourée très profondément et tardivement par rapport à l'arrêt des pluies (cas fréquent dans la pratique) car alors le sol est aussi sec que derrière une culture.

### Rôles de la jachère sur les matières organiques du sol

Les matières organiques du sol jouent de nombreux rôles. On peut retenir, parmi les principaux, qu'elles :

- servent de nutriments aux micro-organismes et à la méso-faune ;
- sont source, à travers l'activité des bactéries et des champignons, d'éléments minéraux, en particulier d'azote, et de diverses substances chimiques ayant une action sur les plantes ;
- modifient par leur présence les comportements physiques et chimiques du matériau terre et donc du sol. Elles ont ainsi une action sur la stabilité structurale, la capacité au champ, l'érodibilité, la fixation des éléments minéraux...

A cause de ces rôles la quantité de matières organiques du sol est souvent considérée comme un indicateur privilégié de "fertilité" <sup>1</sup>. Mais l'existence de ces rôles divers entraîne que la simple considération du stock sera insuffisante puisque précisément un certain nombre de conséquences positives sont liées aux transformations même des matières organiques et que celles-ci mettent en cause tant leur nature que les caractéristiques du milieu.

L'évolution dans le temps des quantités de matières organiques du sol peut se juger, se prévoir, à travers l'étude de son bilan. Mais contrairement à l'eau, pour de multiples raisons, le contrôle ne peut se faire que sur de **longues périodes** et bien que l'on sache l'existence de phénomènes très rapides. Ce sont donc les **effets cumulatifs** que l'on étudie dans ce cas, dans l'état actuel de nos connaissances. Dans ces conditions quels sont les effets de la jachère sur les matières organiques du sol ?

<sup>1</sup>BOIFFIN J. et SEBILLOTTE M., 1982 - "Fertilité, Potentialité, Aptitudes culturales. Signification actuelle pour l'agronome". In n° spécial BTI "Fertilité du Milieu et Agriculture" n° 370-372 Ministère de l'Agriculture, PARIS.  
SEBILLOTTE M. "Fertilité et système de Production en région de grande culture. Essai de problématique générale". Comité ECAR-DGRST PARIS. à paraître.

### Cas des zones sub-arides et tempérées

Dans le système jachère-blé, par exemple, et surtout si la jachère est travaillée, il y a accroissement de la minéralisation, comme on le verra plus loin, sans aucune restitution de matières organiques.

Un tel système ne peut contribuer à maintenir un taux de matières organiques élevé dans le sol, sauf si, grâce à lui, les résidus de la culture suivante sont beaucoup plus élevés. LUEBS et LAAG, 1964 (cités par ARNON, 1972) montrent ainsi que dans ce système jachère-blé pour le sud de la Californie, après 50 et 70 ans, les pertes en matière organique des 25 premiers centimètres de sol sont de 30 à 40 %.

Mais plusieurs remarques doivent être faites pour que l'interprétation d'un tel résultat soit correcte :

- tout d'abord, le simple fait de défricher puis de cultiver une terre accélère, dans un premier temps, l'évolution de la matière organique (RECAMIER, 1969 ; BOIFFIN et FLEURY, 1974) qui se fait selon une loi exponentielle en fonction du temps (HENIN et DUPUIS, 1945 ; cf. aussi les nombreux modèles cités par KELI, 1984) ;

- le niveau d'équilibre découle, ensuite, du bilan humique et donc des apports au sol par les récoltes, de la profondeur de sol travaillée et du coefficient de minéralisation des matières organiques. Dans la majorité des systèmes de culture n'incluant pas de prairie de longue durée, ces bilans ne permettent pas un niveau d'équilibre élevé (SEBILLOTTE, 1980). GREENLAND (1971) avait déjà mis cela en évidence en Australie et surtout montré qu'en 40 ans le système jachère-blé entraînait une chute du taux de matières organiques de 57 % contre 44 % pour le blé continu. Cette chute n'a pu être stoppée et inversée que par l'introduction de plantes prairiales.

- Le coefficient de minéralisation du stock des matières organiques dépend du climat et du sol.

- La profondeur de travail du sol peut jouer un rôle considérable de dilution des matières organiques du sol et, de ce fait, la mécanisation peut avoir des effets négatifs surtout lorsque, pour d'autres raisons, on dit rechercher un approfondissement.

Un cas à part est celui des jachères enherbées qui servent à la pâture, en particulier des ovins. Ce cas est encore fréquent en Afrique du Nord et il correspondait à une utilisation assez systématique de la jachère en Europe jusqu'à une époque assez proche (HEUZE, 1862). Les déjections des animaux constituant alors une source non négligeable de matière organique, c'était le seul "engrais" que recevait la jachère. Par contre cette végétation, selon l'époque de sa consommation jouera, ou non, un rôle négatif sur le stockage de l'eau.

### Cas des zones tropicales

Une remarque préalable s'impose : il existe très peu de travaux sur ces questions dans ces régions. Une seconde remarque concerne les conséquences de ces climats sur les valeurs du coefficient de minéralisation. Celles-ci sont généralement élevées. Les travaux de l'ORSTOM en Côte-d'Ivoire, sur l'influence de 4 ans de culture fourragère montrent (TALINEAU et HAINNAUX, 1974) :

- une supériorité des graminées sur les légumineuses mais à la condition que les premières soient fortement fertilisées. En 4 ans on peut obtenir des augmentations de 10 à 18 % de matières organiques à partir de teneurs initiales relativement faibles : 0,86 à 1,05 % de carbone total dans la terre fine ;

- mais dès la 3<sup>e</sup> année il y a légère diminution du stock total : les pertes sont supérieures aux apports.

L'analyse des masses de racines qui ne dépassent jamais 4,5 t/ha de matière sèche (PICARD et BONZON, 1974) confirme ces faits.

Sous les tropiques le problème est différent de celui des zones semi-arides dans la mesure où les caractéristiques climatiques, même en régions sèches, rendent la jachère nue non seulement inutile pour le stockage de l'eau mais dangereuse à cause des risques d'érosion.

La jachère dite naturelle est constituée par le recrû de la végétation spontanée, arbre ou (et) graminées principalement. Sa défriche se fait, traditionnellement, par le feu en fin de saison sèche, après abattage des arbres, s'il y a lieu. Il en résulte que les apports de matières organiques sont alors uniquement constitués par les racines. S'il n'y a pas de destruction par le feu (cas des plantations) les parties aériennes sont regroupées en andains, ce qui entraîne une localisation des apports. Je crois utile de souligner ici qu'une caractéristique de la

jachère forestière est son extrême hétérogénéité dans l'espace, ce qui pose de nombreux problèmes d'échantillonnage. MILLEVILLE (1972) montre des effets encore visibles au bout de 40 ans.

La majorité des travaux concernant la culture itinérante sur brûlis, de forêt ou de savane, est analysée dans l'ouvrage de NYE et GREENLAND (1965). Dans cette agriculture non artificialisée les matières organiques sont source d'azote à travers leur minéralisation mais aussi ce sont elles qui assurent la fixation des éléments minéraux dans tous les sols à faible teneur en argile. Un stock suffisamment élevé de matières organiques est donc intéressant, or il est lié à l'âge de la jachère forestière.

Au prix de plusieurs hypothèses, en s'inspirant de NYE et GREENLAND, on peut écrire la relation suivante liant l'âge de la jachère, la durée de la mise en culture et le taux de matières organiques :

$$B / B_0 = t_f / (t_f + t_c) K_1$$

où B et B<sub>0</sub> sont les taux de matières organiques à l'équilibre dans le système culture-jachère forestière et sous forêt continue, t<sub>f</sub> et t<sub>c</sub> les durées des périodes de jachère forestière et de culture, et K<sub>1</sub> le coefficient de formation d'humus sous la forêt. (SEBILLOTTE, 1975, cours à l'I.N.A. - Paris).

On a d'ailleurs pu vérifier par enquête culturale, en forêt tropicale ivoirienne, que le rendement du riz pluvial sur défriche de forêt variait positivement dans une certaine gamme, avec l'âge de la jachère (SEBILLOTTE, 1968).

Si donc en première approximation l'âge de la jachère renseigne sur le taux de matières organiques du sol, il reste que de nombreux autres facteurs interviennent et que dans la pratique cette donnée est insuffisante. En effet, la composition floristique de la jachère forestière ou graminéenne, la structure de son peuplement, le milieu édaphique jouent un rôle, sans oublier le mode de défriche, ce qui explique que l'on ne puisse mettre en évidence de relation simple entre âge et taux de matières organiques (SEBILLOTTE, 1968).

Les expériences faites sur savane apportent des éléments intéressants concernant non seulement l'âge de la jachère mais aussi son traitement. GILLIER (1960) a étudié quatre types de traitement pour la jachère avant arachide (tableau I). On constate une évolution de la matière sèche croissante avec l'âge (tableau II) surtout en conditions climatiques sévères, comme à Louga. Entre les différents traitements c'est la jachère soustraite aux feux qui produit le plus de matière sèche.

**Tableau I** : Rendement de l'arachide (moyenne de 6 ans), après différents types de jachères.(Sénégal ; GILLIER, 1960)

TYPES DE JACHERE	DAROU	TIVAOUANE	LOUGA
a	100	100	100
b	95	92	86
c	95	94	84
d	97	96	81
Valeur de l'indice 100 en kg de gousses/ha	2055	968	723

a = jachère soustraite aux feux ; b = jachère coupée et laissée sur place  
c = jachère coupée et compostée ; d = jachère brûlée en fin de saison sèche.  
Il n'y a aucun animal sur ces 4 types.

**Tableau II** : Quantité de matière sèche aérienne sur des jachères graminéennes avant leur mise en culture (Sénégal, GILLIER, 1960)

Lieux	AGE DE LA JACHERE		
	2 ans	3 ans	6 ans
LOUGA	445	2 190	2 650
DAROU	3 466	3 020	4 720

Moyenne de la jachère soustraite au feu et aux animaux et de la jachère soustraite aux animaux mais brûlée à la fin de chaque saison sèche

D'autres résultats cités par CHARREAU et NICOU (1971) montrent que l'effet sur le rendement de la durée de la jachère n'est statistiquement décelable que sur les sols sableux ou pauvres et qu'il disparaît si l'on est en sol argileux et (ou) hydromorphe.

MOREL et QUANTIN (1964) ont étudié à Grimari, les modalités d'installation de la jachère graminéenne et retenu 3 stades caractérisés par les espèces présentes. Sur la jachère non brûlée ils distinguent :

- STADE 1 - A graminées rampantes : *Digitaria Horizontalis*, *Cynodon dactylon*, *Eleusine indica*, *Paspalum scrobiculatum*. L'installation de cette phase est rapide, elle dure en moyenne 6 mois.

- STADE 2 - A graminées érigées de taille moyenne : *Rottboellia exaltata*, *Pennisetum pedicellatum* et *P. polystachion*. Cette phase dure de 2 à 3 ans selon la fertilité du milieu.

- STADE 3 - A graminées érigées de grande taille : *Panicum maximum* représente plus de 50 % en nombre et en poids de la flore. Cette phase est la phase terminale sauf en bas de pente sur sol riche où elle sera suivie d'une phase à *Pennisetum purpureum*.

Dans le cas des jachères brûlées il y a un développement d'autres espèces compagnes et s'il s'agit d'une jachère sur culture nouvelle *Imperata cylindrica* domine très généralement.

A ces trois stades correspondent des enracinements de plus en plus profonds et une amélioration progressive de l'état structural par affinement des éléments structuraux. *Imperata cylindrica*, plante mauvaise colonisatrice du sol, laisse au contraire un état structural peu amélioré. Il y a parallèlement un enrichissement en matière organique et une amélioration de la stabilité structurale.

COMBEAU et QUANTIN (1963) ont étudié cette influence de la jachère sur la restauration de la stabilité structurale après culture. Ils montrent très nettement que la durée de jachère doit dépasser un certain seuil (2 à 3 ans) ce qui rejoint les résultats de MONNIER (1965) dans sa thèse sur l'effet des matières organiques sous climat tempéré.

### Conclusion sur le rôle de la jachère vis-à-vis des matières organiques du sol

La même conclusion semble se dégager en région tropicale et en région sèche, à savoir que la mise en culture entraîne automatiquement une chute du taux de matière organique et une dégradation de l'état structural (MARTIN 1963) et que, sauf jachère de très longue durée, on ne rattrape pas la situation initiale par des temps de repos courts, ceux compatibles avec la densité de la population agricole. En outre, si la jachère herbeuse de courte durée améliore le rendement en agriculture traditionnelle sans engrais, il n'en est plus de même en culture plus artificialisée (CHARREAU et NICOU, 1971). En particulier, il existe d'autres moyens de jouer sur la matière organique du sol et sa dynamique : rotation avec des cultures fourragères, engrais vert, fertilisation...

Cette question de la matière organique dans les sols et donc le rôle de la jachère sur son niveau, n'a été en définitive, que peu étudiée car, la matière organique étant fortement valorisée, l'objectif était, avant tout, d'en accumuler dans le sol. Il en est résulté une insuffisance de réflexions théoriques pour analyser ses rôles et donc ses fonctions réelles ainsi que la manière dont elles peuvent être remplies suivant les situations. Une fois de plus on a, en face de cette question, l'attitude de l'avare qui accumulerait la matière organique comme un bien

(BACHELARD, 1934) et ce fut un des mérites de MONNIER (1965) de montrer que **plusieurs des rôles positifs de la matière organique étaient liés à son évolution plus qu'à son stock**, ce qui ne veut pas dire qu'il faille négliger ce dernier aspect.

### **Rôles de la jachère sur les éléments minéraux**

Les jachères peuvent agir sur le cycle des éléments minéraux du sol de plusieurs manières :

- pour les jachères nues, en favorisant, par le travail du sol, la minéralisation des matières organiques et en permettant, en général, une accumulation d'azote minéral dans le sol pour la culture suivante.
- pour les jachères forestières ou enherbées :
  - \* en accroissant le taux de matière organique du sol, ce qui entraîne :
    - chaque année, à travers sa minéralisation, la libération de quantités plus grandes de nutriment et, en particulier, d'azote.
    - une amélioration de la fixation des éléments minéraux sur le complexe absorbant, rôle essentiel en sol peu argileux.
  - \* en mettant les éléments minéraux du sol sous une forme différente, par leur fixation dans les plantes de la jachère et leurs racines, et en perturbant ainsi leur cycle géochimique. En effet :
    - les plantes immobilisent dans leurs tissus des éléments minéraux qui seront restitués à différents rythmes : évolution "normale" de la matière organique, ou brûlis donnant une accumulation brutale de cendres.
    - les plantes, en modifiant la dynamique de l'eau, et donc la percolation des éléments solubles, ou en "remontant" des éléments des couches profondes vont favoriser un ralentissement des pertes et donc une amélioration relative du bilan minéral.

Tant qu'il n'y a pas apport d'engrais ces rôles sont très positifs pour la culture ultérieure et expliquent les pratiques ancestrales et la position de DE GASPARIN. Mais la jachère est souvent travaillée, elle est défrichée de diverses manières et il est donc nécessaire d'analyser plus en détail ses rôles :

#### **Jachère nue en zone aride ou tempérée**

En jachère nue, la minéralisation de la matière organique dans les horizons de surface entraîne une accumulation de nitrates dans le sol. YANKOVITCH (1956) note une accumulation d'environ 100 kg/ha d'azote sous forme nitrique derrière jachère contre 20 à 30 derrière blé continu. Ces phénomènes ont été assez étudiés. Ils semblent dûs aux effets sur les micro-organismes des alternances humectation-dessiccation (on citera entre autres, DROUINEAU, 1948 ; LEFEVRE et al., 1953 ; CAMPBELL et al., 1973).

D'une manière générale cet enrichissement du sol en azote entraîne pour les rôles de céréales qui suivent une plus grande richesse en azote (Mc CALLA et ARMY, 1961, de SMIKA 1970, tableau III) On note que si le facteur limitant principal n'est pas l'azote celui-ci joue cependant son rôle. C'est l'occasion de souligner l'existence d'interaction eau-azote : une fertilisation azotée peut entraîner un développement abondant de l'appareil foliaire donc une augmentation de l'évapotranspiration en fin de cycle. En l'absence de pluie la conséquence pourra en être un assèchement trop précoce du sol et un échaudage des grains de céréales comme conséquence (LUEB et LAAG, 1967-1969).

**Tableau III** : rendement et teneur en azote des grains (Nord-Nebraska, rendement moyen 1949, 1967) , De SMIKA, 1970

	SUCCESSION			
	BLE-JACHERE		BLE-CONTINU	
ENGRAIS	NON	OUI (1)	NON	OUI (1)
RENDEMENT q/ha	24.9	26.5	6.6	9.5
EFFICIENCE DE L'EAU (kg/cm)	24.3	25.7	11.9	17.4
% AZOTE DANS LES GRAINS	2.17	2.47	1.95	2.17

(1) 35 à 45 kg N/ha

On a déjà vu que pour accroître le stockage de l'eau par la jachère, certains auteurs avaient recommandé des labours profonds. Les travaux de POLETAEF (1953) montrent l'effet positif d'un labour profond sur la nitrification et, s'il ne pleut pas trop à l'automne et durant l'hiver, son influence positive sur les cultures. Le résultat sur le rendement n'est donc pas certain. En outre il dépend de la date du labour et de la richesse en matière organique du sol. Il en résulte que le rendement n'a été accru que dans moins de 50 % des cas. Par ailleurs, à terme et à cause du lessivage de l'azote les années humides, ces labours profonds entraînent une perte d'azote (tableau IV) ; cependant il est intéressant de noter que sous climat méditerranéen l'apport d'engrais, à dose modeste il est vrai, n'accroît pas les pertes par drainage.

**Tableau IV** : Pertes annuelles d'azote nitrique selon différentes rotations à Tunis, en cases lysimétriques. Yankovitch, 1956

	ENGRAIS	PROFONDEUR LABOUR (cm)	PERTES (kg/ha)
Jachère continue	0	17	98
Blé-jachère	0	17	43
Blé continu	0	17	37
Jachère-blé-vesce-avoine-blé	0	17	22
Jachère-blé-vesce-avoine-blé	oui	40	27

Pour les autres éléments YANKOVITCH (1956) note que leurs pertes diminuent avec la réduction de la part de la jachère dans la succession culturale. Pour les éléments très liés à la matière organique : phosphore, soufre, leur "production" semble être influencée au cours de la jachère par l'évolution de la matière organique et donc par l'humidité du sol (CAMPBELL et al, 1973).

On aurait pu penser que la culture céréalière itinérante en zone sub-aride, telle qu'on peut encore la rencontrer au Maroc oriental, permettrait une certaine restauration de la fertilité par un double jeu d'accroissement léger du taux de la matière organique par les plantes de jachère et de stockage sur l'épaisseur du profil de l'azote nitrique produit chaque année. Mais cette restauration est insuffisante et ces milieux se dégradent sous leur mise en culture, entre autres parce que la recolonisation par la végétation spontanée est faible et à base d'annuelles à cycle très court, peu productrices (SEBILLOTTE, 1973).

Un cas intéressant pour les régions semi-arides est l'effet de la jachère sur les terres salées avec nappe d'eau en profondeur. La jachère nue permet une réduction importante de la salure en surface si la nappe n'est pas trop haute, par contre la présence de culture d'herbe pérenne entraîne un accroissement de salure qui peut être irréversible (SANDOVAL et BENZ, 1966). Cet effet est lié au rôle de stockage de l'eau qui favorise un

lessivage ultérieur et il a été vérifié que la présence de *mulch* de paille en hiver, en réduisant l'évaporation et en augmentant l'infiltration, contribue à réduire la salinité (SANDOVAL et BENZ, 1973).

### **Jachère en zone tropicale**

Le couvert végétal utilise des éléments minéraux qui vont se trouver ainsi stockés sous forme organique ; par exemple dans une forêt secondaire de 18 ans on trouve dans les parties aériennes (NYE et GREELAND, 1965) :

- 560 kg/ha d'azote
- 73 kg de phosphore
- 404 kg de potassium
- 561 kg de calcium et magnésium.

La question posée est celle du devenir de ces éléments. Les mêmes auteurs (1964) montrent que sur brûlis on a des pertes par érosion des cendres des 9/10 pour le calcium et le magnésium et du tiers à la moitié pour le potassium. Ces valeurs sont réduites en système traditionnel grâce aux mélanges d'espèces végétales qui assure une meilleure couverture du sol et réduit ainsi les pertes en terre. Il faut aussi souligner que le type de brûlis influe sur la quantité de cendre et que pour une forêt âgée la quantité d'éléments dans les troncs est loin d'être négligeable. Les mécanismes d'enrichissement du sol sous jachère herbeuse ou forestière sont mal connus : réduction de la percolation, remontée par les racines ? on a vu, en tout cas, l'enrichissement de l'arachide en potasse (GILLIER, 1960) ; remontée d'azote ou (et) fixation non symbiotique ? HAINNAUX et al. (1976) notent sous graminées fourragères un accroissement de la teneur en azote du sol de 0 à 80 cm ; les enracinements dépassant cette profondeur il s'agit peut être d'une remontée de nitrates par absorption racinaire plus profonde.

## **Rôle de la jachère sur les adventices et autres ennemis des cultures**

### **Sur les adventices**

Ce rôle dépend de la durée de la jachère (zone tropicale) ou de ses modalités de travail (jachère de 18 à 24 mois des milieux sub-arides, jachère à plusieurs labours en Europe). SIGAUT (1975, 1976) pense même que la naissance de la jachère est celle d'une technique culturale dont le rôle principal est la lutte contre les adventices. Il est vrai que toutes les méthodes de culture réduite (par exemple la "méthode Jean" dans la région de Carcassonne au début du siècle, ou des expériences plus récentes au Maroc, HUTTER, 1957) ont abouti à des échecs tant que l'on n'a pas inventé les herbicides chimiques. On peut aussi rappeler que sur des champs d'essai de longue durée de Rothamsted, il a fallu introduire une année de jachère tous les 5 ans pour maintenir à un niveau acceptable la flore adventice dans les parcelles de blé continu, en l'absence d'herbicide chimique dans les années 1920.

Sous jachère forestière l'effet d'une durée donnée dépendra de la durée de viabilité des graines adventices dans le sol considéré : selon la flore et les conditions de sol et de climat le résultat sera variable. En outre, si la première culture sur brûlis de forêt aboutit en général à un champ propre ceci est dû au non-retournement du sol dans lequel se trouvent les graines viables. Donc selon la technique de mise en culture le résultat sera également variable. Or on sait l'importance des mauvaises herbes en agriculture traditionnelle en région tropicale (MILLEVILLE 1976, FILLONNEAU et POUZET 1976) ce qui conduit ceux qui jugent de la jachère sur le rendement des cultures suivantes à des résultats contradictoires.

L'effet de la jachère de 1 an à 18 mois sur les adventices, grâce au travail mécanique de la surface, est bien connu. Mais cet effet suppose que le travail soit exécuté en temps opportun et il est lié au type d'outils employés. On observe en Algérie un salissement croissant avec l'emploi, dans l'ordre, du chisel, du cover-crop, de la charrue à disques, de la charrue à socs (MANICHON et SEBILLOTTE, op.cit.). Cependant le travail du

sol, parce qu'il entraîne un affinement de la surface parfois très poussé, accroît les risques d'érosion et certaines années accroît les pertes en eau. Plusieurs travaux se sont donc attachés à l'étude d'une lutte chimique. Les résultats sont, en général, satisfaisants, en particulier pour lutter contre le "blé sauvage" et les bromes, mais il faut un minimum de pluie pour que la matière active (en général des triazines) puisse agir, un contrôle très rigoureux des doses, et il faut parfois maintenir un ou deux passages d'outils (ARMY et al. 1961, PHILIPS, 1964 ; BOVEY et FEUSTER 1964, WIESE et al. 1967). Ces techniques de lutte chimique doivent cependant donner lieu à une étude économique très serrée.

Pour réduire les risques d'érosion on a aussi essayé, aux U.S.A., des plantes de couverture semées en avril ou en juin et labourées en automne, ce qui permet le stockage de l'eau au cours du dernier hiver de jachère. Les résultats ont été assez satisfaisants et surtout on a ainsi, curieusement, amélioré la propreté du maïs suivant. En outre lorsque ces plantes étaient des légumineuses il y avait un net accroissement du rendement (ROBINSON, 1970). C'est bien ce que l'on fait lors des plantations de palmier à huile, d'hévéa avec *Pueraria javanica*, légumineuse à croissance rapide qui très vite couvre le sol et le protège de l'érosion tout en lui apportant une certaine quantité d'azote.

L'évolution du stock de graines d'adventices dans le sol sous jachère varie selon qu'il y aura travail du sol ou non (ROBERTS et al., 1967). Il peut ainsi se produire une augmentation du salissement du blé après une jachère traitée chimiquement (BLACK et POWER, 1965) ce qui exige alors que le blé le soit aussi, et tout particulièrement contre les graminées.

#### Sur les autres ennemis des cultures

La jachère permet une réduction de divers champignons parasites dans les systèmes céréaliers en climat tempéré :

- diminution du piétin échaudage (*Ophiobolus graminis*) à Rothamsted, (cf. les "Reports" de très nombreuses années)
- diminution de *Helminthosporium sativum* au Canada (LEDINGHAM, 1961).

Mais cette question est mal connue. En effet en culture traditionnelle le parasitisme n'est que rarement le facteur limitant primordial et, de plus, dans les régions les plus favorables au développement des champignons parasites, la jachère a pratiquement disparu.

Concernant le parasitisme animal on notera que les jachères de longue durée favorisent la multiplication des rongeurs, probablement parce que le sol n'est pas travaillé.

## LES RÔLES DE LA JACHÈRE SUR LES SYSTÈMES DE NIVEAU SUPÉRIEUR

Il faut nettement distinguer les rôles de la jachère sur le bassin versant de ceux qu'elle remplit vis-à-vis de l'unité de production qu'est l'exploitation agricole.

### Rôles de la jachère sur le bassin-versant

Je considère ici tous les effets de la jachère sur le système parcelle, qui ne deviennent marquants que parce qu'ils s'appliquent à de grandes surfaces ou parce qu'ils prennent de l'importance du fait de la proximité spatiale jachère-culture.

#### L'érosion

La jachère nue est une des causes majeures de l'érosion tant hydrique qu'éolienne dès que le sol est de texture légère. Les moyens de lutte sont connus et consistent à maintenir une couverture du sol et (ou) un état structural ni trop meuble ni trop fin. Dans les régions dominées par le système jachère-blé 50 % de la surface

des terres sont en permanence nus et chaque été, hormis la couverture des chaumes, c'est pratiquement 100 % des surfaces qui sont exposés aux agents dégradants.

- *L'érosion hydrique* : Rappelons le rôle du *mulch* sur le ruissellement et les pertes en terre, aussi bien en été qu'en hiver à la fonte des neiges ; l'influence du travail du sol : chisel pour favoriser l'infiltration des eaux de la fonte des neiges certains hivers, travail au "*basinlister*", ou encore avec des déchaumeuses à disques excentrés, outils au total peu utilisés car ayant, par ailleurs, d'autres inconvénients. La culture en courbe de niveau est enfin un excellent moyen de lutte contre l'érosion hydrique ainsi que la culture en bandes alternées (on se référera à l'ensemble des travaux de WISCHMEIER et de ses collaborateurs sur le sujet). Il est intéressant de noter que l'extension des cultures de maïs en Europe entraîne, comme ailleurs, une augmentation de l'érosion hydrique d'autant plus nette que les terres, du fait des systèmes de cultures actuels, sont moins riches en matières organiques. C'est bien la période de sol nu qui est dangereuse lorsque les pluies sont intenses, cas des orages de printemps.

- *L'érosion éolienne* : Dans certaines régions c'est elle qui prédomine lorsque le sol est en jachère nue. Les moyens de lutte sont sensiblement les mêmes. Le choix du calendrier cultural est important : CHEPIL et WOODRUFF (1963), par exemple, montrent que le blé de printemps peut entraîner une plus grande érosion éolienne que le blé d'hiver.

C'est bien parce qu'elle entraîne, à travers les départs de terre, des pertes en matières organiques et en éléments minéraux, que l'érosion est grave pour le système parcelle. De ce point de vue il y a en régions sub-arides une certaine contradiction entre lutter contre les adventices pour le stockage de l'eau, et le protéger contre l'érosion tandis qu'en région tropicale la contradiction viendra plutôt de l'opposition entre les troupeaux qui pâturent les jachères et le maintien d'un couvert végétal protecteur.

#### **La pollution du milieu**

N'oublions cependant pas les conséquences de l'érosion hydrique ou éolienne sur l'extérieur des systèmes parcelles : pollution des eaux (matières organiques, pesticides), envahissement par le sable.

Le problème n'est pas nouveau en soi mais il a pris de l'importance à cause de l'extension des surfaces cultivées et surtout à cause de l'emploi d'engrais et de produits pesticides. C'est l'agriculture des régions tempérées qui est plus particulièrement concernée et dans laquelle les jachères de courte durée peuvent contribuer à accroître la pollution des eaux en surface par ruissellement.

#### **Le parasitisme**

Il y a peu de travaux dans ce domaine. On peut cependant citer :

- en forêt tropicale humide, la multiplication des rongeurs dans les jachères forestières qui oblige, du fait d'une agriculture de clairière, à entourer les champs de cultures annuelles et les jeunes plantations de barrières-protection très consommatrices en temps de travail chaque année. Dans les mêmes zones la dispersion des parcelles de cacaoyer au milieu de la forêt accroît les infestations par certains parasites tels que les capsides, *Sahbergella singularis*.

- en climat tempéré la transmission de certains parasites se fait à partir des résidus de culture qui subsistent dans la jachère qui suit la récolte. C'est ainsi qu'un des parasites du colza *Leptosphaeria maculans* se transmet depuis les parcelles ayant porté du colza aux jeunes semis des parcelles contiguës semées en septembre (LACOSTE et al., 1970).

#### **Le microclimat**

L'agriculture de clairière entraîne le maintien d'un microclimat qui selon les cas se révélera favorable ou non. La situation est comparable à celle d'une agriculture où les parcelles sont bordées de brise-vent (GUYOT, 1964).

Les jachères nues peuvent, elles, contribuer à créer un effet d'oasis et ainsi accroître l'évapotranspiration potentielle pour les cultures voisines par apports advectifs d'énergie des zones nues vers les cultures (Voir les travaux de BOUCHET, et en particulier la note de 1972).

### **Conclusion**

Il est notable que l'on dispose de peu de travaux sur les effets de la jachère même lorsque son importance croît dans le paysage. Les recherches sur l'aménagement du milieu et les conséquences de sa gestion au niveau régional sont encore pour l'essentiel du domaine du futur !

### **Rôles de la jachère dans l'unité de production**

Le point de vue est maintenant différent. L'unité de production, système finalisé par l'agriculteur et sa famille, doit lui permettre d'atteindre certains objectifs. La jachère est un moyen, comme d'autres, d'obtenir du milieu une production végétale et sa présence peut fort bien témoigner que ce moyen est préférable à d'autres sur le plan socio-économique. Il n'existe pratiquement pas de travaux sur ces questions bien que commencent à se développer des approches ou l'on tente de rapprocher les analyses socio-économiques et agronomiques. (par exemple en Algérie, BOURENANE, Séminaire IAM, Montpellier janvier 1984; également au Maroc (PAPY LELIEVRE, 1980 ; JOUVE 1979). L'absence de tels travaux est très regrettable :

- d'une part parce que les modalités de mise en oeuvre de la jachère, très dépendante du fonctionnement de l'unité de production, en conditionne les rôles. La présence d'une jachère peut, à la limite, se révéler nuisible.
- d'autre part pour supprimer la jachère il faut s'assurer que les nouvelles techniques qui seront utilisées rempliront bien tous les rôles, reconnus localement ou non, qui étaient remplis par la jachère.

Pour illustrer ces questions je puiserai principalement dans les travaux conduits avec l'Institut du Développement des Grandes Cultures en Algérie dont l'un des objectifs était la suppression de la jachère et l'augmentation des cultures fourragères. Ceci nous a conduit, avec mes collaborateurs, à analyser les rôles de la jachère sur les domaines autogérés.

### **Le calendrier cultural**

Sur les Hautes-Plaines d'Algérie, il pleut de novembre à avril. Il faudrait donc que les labours de jachère soient terminés au plus tard en février et que la lutte contre les adventices soit effectuée par deux façons superficielles en mars-avril et en mai-juin. Les exploitations qui ne pratiquent que jachère-blé n'ont guère de difficultés à réaliser ce programme. Celles qui pratiquent d'autres cultures telles que lentilles et fourrage vesce-avoine, sont beaucoup plus handicapées. Le labour et les semailles de lentilles se font en décembre-janvier, retardant d'autant les labours de jachère, tandis que la récolte de la vesce-avoine, considérée comme prioritaire si l'on veut du fourrage de bonne qualité, doit se faire en mai. Au bout du compte l'ensemble est mal traité et les jachères sont souvent labourées après la fin des pluies, ce qui a par contre l'avantage que la lutte contre les adventices est quasiment inutile les années moyennes du point de vue pluviométrique, ou sèches.

A l'inverse si la nature des terres (sol peu épais) ou le climat (suffisamment pluvieux) sont tels que le rôle de stockage de l'eau puisse être négligé, la suppression de la jachère rend le calendrier cultural pratiquement irréalisable.

En effet, les caractéristiques climatiques sont telles que l'on ne peut raisonnablement envisager que des cultures mises en place à l'automne ou au début de l'hiver. Il en résulte que tous les travaux doivent être faits soit en période sèche, ce qui est difficile et coûteux, soit en automne après le retour des pluies (dont la date est très fluctuante selon les années) et il faut alors un parc matériel considérable.

BOIFFIN & SEBILLOTTE (1973) ont schématisé le système de contraintes et ses conséquences dans le cas précisement de la suppression de la jachère. COCHARD, dans le cadre de travaux en Tunisie du Nord, a également rencontré ces problèmes d'organisation du travail sur des exploitations agricoles et l'intérêt, dans ce cas, de la pratique de la jachère. En Côte-d'Ivoire, dans le cadre de l'AVB (Autorité pour l'aménagement de la Vallée du Bandama), les agronomes de l'ORSTOM ont rencontré un problème de ce type : la culture fixée a considérablement renforcé le problème des adventices dont la vitesse de croissance en saison des pluies rend le contrôle très difficile manuellement.(DUGELAY, 1977).

Ainsi la suppression de la jachère, là où cela est agronomiquement possible, entraîne des conséquences assez graves pour la vie de l'exploitation agricole. Or, c'est souvent le seul moyen d'intensifier l'agriculture, mais les solutions exigent alors des investissements qui dépassent ce que l'on est prêt à consentir lorsque l'on pense qu'il s'agit d'un simple problème technique.

#### **La nature des outils**

Les outils aratoires nécessités par la jachère ne conviennent pas toujours aux travaux impliqués par son abandon. On pourrait prendre comme exemple son remplacement par les luzernes annuelles comme cela est pratiqué avec succès en Australie (DUCKHAM et MASEFIELD, 1970 ; STONEBRIDGE et al., 1973). Il faut des semoirs spéciaux pour les semences du blé, fort coûteux et presque nécessairement importés. Mais même avec des cultures traditionnelles le problème se pose : les outils à disques traditionnels en Algérie ne conviennent pas pour réaliser tous les travaux en sec. Il faut ou d'autres outils, ou pouvoir travailler le sol en conditions humides.

#### **La force de traction**

On pourrait presque dire qu'elle doit être multipliée par deux si l'on envisage d'abandonner la jachère : c'est l'un des facteurs limitants les plus graves. On comprend mal d'ailleurs à ce sujet l'opposition de certains agronomes célèbres, tel que R. DUMONT, à la mécanisation d'un pays comme l'Algérie. Comment en effet résoudre les problèmes posés par l'intensification agricole dans ces climats si ce n'est actuellement, en se donnant les moyens d'exécuter les travaux en temps utiles ?

Le système blé-luzerne annuelle, économe en traction, échoue sur les Hautes Plaines faute de variété adaptée aux conditions hivernales beaucoup plus froides que celles de l'Australie. La saison de croissance est ainsi très courte et les *Medicago* ne résistent pas à la concurrence des adventices. La production est inférieure, ou au mieux égale, à celle de la traditionnelle vesce-avoine et le blé qui suit est envahi d'adventices. Je crois utile de souligner aussi que le pâturage de telles cultures par les ovins bouleverse les techniques traditionnelles de conduite des animaux.

Toujours à l'AVB, en Côte-d'Ivoire, le choix initial a été fait de mécaniser les labours et les semis et de réaliser manuellement les désherbages. Or on a vu que dans ces conditions les adventices croissent beaucoup trop vite pour les agriculteurs. Le choix technique initial s'avère mauvais parce que l'on a extrapolé la réussite de la lutte manuelle du paysan dans le système jachère forestière-culture, à un système de culture continue qui favorise beaucoup plus les adventices.

#### **Les intrants**

La jachère fournit une certaine quantité d'azote et permet de lutter contre les adventices. Son abandon suppose soit de fertiliser, soit d'introduire des légumineuses dans la rotation mais il faut alors avoir l'usage de cette récolte. Il faut aussi se rendre capable de lutter contre les mauvaises herbes or, la chose devient pratiquement impossible sans emploi d'herbicide, par ailleurs souvent très onéreux, face aux rendements que l'on obtient actuellement.

En effet, sur les Hautes Plaines d'Algérie, les cultures sarclées, telles que la lentille, sont salissantes car on ne trouve plus de main-d'oeuvre pour les biner manuellement et les binages mécaniques sont insuffisants. Les

cultures fourragères ne sont nettoyantes que si elles sont très bien exploitées, surtout lorsqu'elles sont pâturées, ce qui suppose une très haute technicité, en général absente actuellement.

On a noté les mêmes problèmes en région tropicale. D'une manière générale l'abandon de la jachère entraîne un accroissement des dépenses, l'exception étant le système australien blé - luzerne annuelle. On notera que la succession culturale initiale de l'AVB comportait aussi deux ans d'une légumineuse le *Stylosanthes gracilis*. Mais d'une part sa culture s'est révélée plus difficile que prévu en conditions paysanales, d'autre part les conditions de l'élevage en Côte d'Ivoire étaient défavorables à l'engraissement de bovins et donc à la valorisation de ces surfaces.

### **La main-d'oeuvre**

L'évolution générale en Algérie engendre des contraintes difficiles à résoudre sur les grands domaines.

D'une part, on l'a vu, on ne trouve plus de main-d'oeuvre pour effectuer des opérations pénibles, surtout lorsqu'elles sont faiblement payées tel que le binage des lentilles, d'autre part un appoint important était constitué par les nomades qui remontaient du sud pour faire paître leurs troupeaux sur les chaumes (*Achaba*) et récolter les lentilles à la main (mode de récolte qui permet peut-être l'élimination d'une partie des graines de mauvaises herbes, mais qui entraîne des pertes de graines de lentilles non négligeables à cause des diverses manipulations).

Or tant le souci de sédentariser les nomades, que le développement de l'élevage pour valoriser les fourrages produits localement dans le cadre de la suppression de la jachère, sans parler de l'intérêt éventuel d'un enfouissement des chaumes pour le bilan humique, tous ces faits font que cette main-d'oeuvre d'appoint est en régression. Il faut donc récolter les lentilles à la moissonneuse-batteuse ce qui suppose des cultures propres et une beaucoup plus grande technicité de la part des agriculteurs dans l'emploi de leurs machines ainsi que la résolution de certains problèmes. Par exemple pour pouvoir opérer en coupe directe sans passer par l'andainage qui a, en partie, les mêmes inconvénients pour les pertes de lentille que la récolte manuelle.

### **Le système social**

Cet ensemble de problèmes se pose sur les grands domaines autogérés, hérités de la colonisation, dont le fonctionnement reposait en grande partie sur :

- l'assolement blé-jachère ;
- l'emploi d'une main-d'oeuvre salariée minimale avec un réservoir de main-d'oeuvre occasionnelle ;
- une forte mécanisation relativement au calendrier cultural ;
- une absence d'élevage sur place.

On a vu, à travers les quelques remarques précédentes, que la réduction de la jachère pose toute une série de questions qui dépassent les seuls aspects agronomiques et que, pratiquement, on s'oriente vers un bouleversement total de cette structure sociale tant il est vrai qu'il n'y a pas indépendance entre les conditions socio-économiques et l'emploi des techniques (ROSIER, 1973).

Des problèmes semblables ont dû être résolus autrefois en Europe. Par exemple, les terres argileuses nécessitaient de temps à autre une année de jachère pour être travaillées dans des conditions permettant d'utiliser l'action positive des agents climatiques sur la structure de ces terres lourdes, mal entretenues, car trop exigeantes en traction.

De même, la jachère jouait un rôle non négligeable dans l'alimentation du bétail (lui-même source de fumier et donc d'un facteur d'amélioration des terres cultivées). Sa suppression a entraîné la disparition de certains élevages (moutons) ou la nécessité de repenser le système d'affouragement. On peut affirmer que les mêmes questions se posent à la multiplicité de petits agriculteurs d'Afrique du Nord qui utilisent la jachère enherbée précisément pour pouvoir alimenter leurs ovins, facteur essentiel de l'équilibre de leur système de production.

## CONCLUSION

Mon propos s'est voulu polémique car :

- je suis convaincu que la manière d'aborder des problèmes comme celui de la jachère, technique très liée au système social, est beaucoup trop dépendante des valorisations ambiantes. On pourrait revenir sur le livre de WIDSTOE<sup>1</sup> concernant le *dry farming*, best-seller bourré des *a priori* dénoncés par SALMON et al. (1953).

- trop souvent, l'agronome, homme de science, prétend légiférer sur les pratiques de l'agriculteur (SEBILLOTTE, 1974). C'est une chose que de fournir des explications scientifiquement admissibles sur les rôles de la jachère sur le système parcelle, c'est autre chose de discourir sur ses rôles sur l'organisation sociale locale. L'agronome risque alors d'adopter une position de technocrate, qui sait ce qui est bon, alors que nous pensons que toute technique n'a de signification que dans un contexte social (ROSIER, 1973). C'est un peu ce qui ressort de l'intéressante étude de SIGAUT (1975) sur la jachère en Ecosse : la jachère, au fond, permettait dans un certain nombre de cas de s'adapter aux circonstances économiques et sociales qui orientaient le choix des cultures et de compenser ainsi certains moyens techniques qui faisaient défaut.

- il est regrettable que les agronomes, gouvernés par l'actualité<sup>2</sup>, aient en général entrepris l'étude de la jachère sans souci d'analyse mais en recherchant sa justification à travers le rendement de la culture suivante !

Ce qui importe c'est de mettre au point les techniques d'analyse des états de la parcelle en jachère, d'essayer d'explicitier les mécanismes qui en sont à l'origine. On ne peut faire des moyennes de résultats expérimentaux, la valeur de la jachère comme précédent cultural résulte de nombreuses interactions. La jachère doit donc s'étudier comme une technique culturale en dissociant son influence sur le milieu des réactions de la (ou des) cultures suivante(s). Ceci condamne toutes les expérimentations, faites en de multiples régions, où l'on compare des successions de cultures en cherchant d'après les résultats de production, quelles sont les meilleures ! Ces expérimentations supposent implicitement, que l'on puisse extrapoler les conditions de leur réalisation à toute situation agricole et que le contexte socio-économique (et donc, entre autres, les techniques) soit stable.

Posé ainsi, le problème de la jachère prend toute sa généralité, puisqu'à de rares exceptions près, il n'y a pas de système de culture sans une période de jachère, si courte soit-elle. On peut même affirmer que certains systèmes arbustifs, comme les cultures d'oliviers à grands écartements, sont une association permanente de jachère et de culture.

Mais il faut alors modifier la définition courante ou plus exactement faire de la jachère un concept de l'agronomie permettant, alors, une analyse des pratiques des agriculteurs. Il n'est plus nécessaire de distinguer, au plan de la définition, jachère cultivée, jachère forestière ou interculture de courte durée ; il n'est plus nécessaire d'en faire obligatoirement un "moyen de restaurer la fertilité" (HEUZE 1862), c'est un **état de la parcelle qui remplit divers rôles**. Et certains de ceux-ci sont essentiels parce qu'ils donnent de la souplesse au fonctionnement du système "exploitation" et que, par exemple, la manière d'organiser le travail de collecte des pailles et le labour après la récolte du blé peut conditionner, face aux aléas climatiques, toute la poursuite du système de culture (PELLERIN, 1984).

---

<sup>1</sup>WIDSTOE J.A., "*Le dry farming*" Maison Rustique PARIS 1912 cité par COCHARD B. document interne INRAT 1975.

<sup>2</sup>Les moyens de travail ne viennent souvent que de l'adéquation des programmes de recherche aux modes.

Lorsque pour différentes raisons il semble souhaitable de remplacer cette technique par d'autres il importe, de considérer les **systèmes champ cultivé et exploitation (mais aussi bassin versant)** dans toute leur complexité.

D'une autre manière, il convient que les chercheurs en sciences humaines évitent de relier uniquement l'emploi d'une technique à des circonstances socio-économiques, politiques, à travers des schémas explicatifs relativement simplistes. Parler d'interactions dans les systèmes c'est aussi affirmer la **nécessité d'approches multidisciplinaires**. Les tendances actuelles, une fois évacués les effets de mode, semblent prometteuses, c'est en leur nom que j'ai écrit ces pages !

## BIBLIOGRAPHIE

Note : ne sont pas indiquées ici les références classiques sur des sujets généraux tels que l'érosion, les rôles de la matière organique... ni les références fournies dans le texte.

- ARMY T.J., WIESE A.F., HANKS R.J. 1961 - "Effect of tillage and chemical weed control practices on soil moisture losses during the fallow period". GIL. Sc. Soc. Amer. Proc., 410-413
- ARNON I. 1972 - "Crop production in dry regions". LEONARD HILL LONDON.
- BACHELARD G., 1934 - "La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective". VRIN Paris.
- BLACK AL. & POWER J.P. 1965 - "Effect of chemical and mechanical fallow methods on moisture storage, wheat yields and soil erodibility". SOIL Sc. Soc. Amer. Proc. 465-468.
- BOIFFIN J. 1984 - "La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies". Thèse Doct. Ing. INA PG - 423 p.
- BOIFFIN J. & FLEURY A. 1974 - "Quelques conséquences agronomiques du retournement des prairies permanentes". Ann. Agron. 25 (4) 555 -573.
- BOIFFIN J. & SEBILLOTTE M. 1973 - "Etude des possibilités d'intensification et de diversification des productions végétales et de la nécessité de l'association culture-"élevage". MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA REFORME AGRAIRE. Projet "céréales" - ALGER - C.C.C.E. PARIS.
- BOUCHET J. 1972 - "Les échanges d'énergie et de masse et leur rôle dans la production végétale". JOURNEES DE LA STE. FRANCAISE DES THERMICIENS. TOULOUSE.
- BOVEY RW. et FENSTER CR. 1964 - "Aerial application of herbicides on fallow land. Woods". vol. 12, 2, 117-119.
- BRYSSINE G. 1950 - "Humidité et possibilité de lessivage des sols au Maroc", Trans. of the Intern. congress of SOIL. Sc. vol. 1 AMSTERDAM.
- CAMPBELL C.A., BIEDERBECK V.O., WARDER F.G., ROBERTSON G. W. 1973. "Effect of rain fall and subsequent drying on Nitrogen and Phosphorus changes in a dryland fallow loam . SOIL. Sc. Soc. Amer. Proc. 37, 909-914
- CHARLES G. 1964 - "Influence de la matière organique, humidifiée ou non, sur l'évaporation".in "L'eau et la production agricole" INRA PARIS.
- CHARREAU C. & NICOU R. 1971 - "L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche Ouest-africaine et ses incidences agronomiques". Bulletin Agronomique n° 23 Agronomie Tropicale.
- CHEPIL WS. et WOODRUFF NP. 1963 - "The physics of wind erosion and its control". ADVANCES IN AGRONOMY.
- COCHARD B. 1976 \_ "La théorie de la jachère repose-t-elle sur des données agronomiques sûres.?" Bull. d'Inf. INRAT. n° spé. "Agronomie Générale et Sciences Sociales".
- COLLECTIF 1974. - Semaine d'étude "AGRICULTURE ET ENVIRONNEMENT" GEMBLOUX. BELGIQUE.
- COMBEAU A. & QUANTIN P. 1963 - "Observations sur les variations dans le temps de la stabilité structurale des sols en région tropicale" Cahiers ORSTOM. Pédol. 3, 17-32.
- DROUINEAU G. et al. 1948 - "Recherches sur la nitrification dans les sols extra-calcaires". C.R. Acad Sc. 226.
- DUCKHAM AN. et MASEFIELD C.B. 1970 \_ "Farming systems of the world". Praeger Publishers NEW YORK.
- DUGELAY M. 1977 - "Origine et nuisibilité des adventices dans les systèmes engendrés par une agriculture semi-mécanisée dans la région centre de la Côte d'Ivoire". Multigr. ORSTOM Abidjan - 65 p.

- DUTHIL P. 1962 - "Etude du bilan de l'eau des sols en cases lysimétriques sur les Hauts Plateaux constantinois." DHER. ALGER.
- FEODOROFF A. et RAFI M. 1963 - "Evaporation de l'eau à partir du sol nu. Rôle de l'état structural". Ann. Agr. 14 (4), 601-613.
- FILLONNEAU C. & POUZET A. 1976 - "Enquête agronomique en milieu rural". ORSTOM ABIDJAN. Ronéo.
- FLEURY A., MASLE J., SEBILLOTTE M. 1982 - "L'analyse de l'élaboration du rendement - outil de jugement du milieu". n° spécial "Fertilité du Milieu et Agriculture". BTI n° 370-372 ; 357-362.
- FOX RL. BURHAN Kacar, AKGUN AYDENIZ, SEVIN ZABUNOGLU 1970 - "Nitrate accumulation, distribution and utilization during fallow-wheat culture in turkish soils." Soil science Vol. 109. n° 1, 60-65.
- GASPARIN (de) A. 1848 - "Cours Complet d'Agriculture". 5 tomes - PARIS. 1850 - "Des Systèmes de culture" . Journ. Pratique d' Agriculture. PARIS.
- GILLIER P. 1960 - "La reconstitution et le maintien de la fertilité des sols du SENEGAL et le problème des jachères". OLEAGINEUX n° 8.9.10.
- GOUROU P. 1982 - "Terres de bonne espérance - Le monde tropical" Col. Terre Humaine. Plon. Paris. 456 p.
- GREB BW., SHIKA D.E., BLACK A.L. 1967 - "Effect of straw *mulch* rates on soil water storage during summer fallow in the great plains". Soil Sc. Soc. Amer. Proc. Vol. 31, 556-559.
- GREENLAND DJ. 1971 - "Changes in the nitrogen status and physical condition of soils under pastures with special reference to the maintenance of the fertility of australian soils used for growing wheat. SOILS and FERTILIZERS Vol. 34 n° 3, 237-257.
- GRILLOT G. 1950 - "La jachère et l'humidité des sols au MAROC." "Trans. Of. the Intern. Congress of soil Sc., vol. 1 AMSTERDAM.
- GUYOT G. 1964 - "Les brise vent. Modification des microclimats et amélioration de la production agricole." in "L'eau et la production végétale". INRA. PARIS.
- HAAS H.J. et WILLIS W.D. 1962 - "Moisture storage and use by dryland spring wheat cropping systems." Soil Sci. Soc. Proc. 26, 506-509.
- HAINNAUX G., TALINEAU J.C., FILLONNEAU C., BONZON B. 1978 - "Economie de l'azote sous cultures fourragères en milieu tropical humide". Plant and Soil 49 (3) 477-489.
- HENIN S. & DUPUY M. 1945 - "Essai de "bilan de la matière organique du sol". Ann. agron. 15, 161-172.
- HEUZE G. 1862 - "Les assolements et les systèmes de cultures". Librairie HACHETTE. PARIS.
- HOBBS J.A. et THOMPSON CA. 1971 - "Effect of cultivation on the nitrogen and organic carbon contents of a Kansas Argiustoll (Chernozem)" Agron. Journ. vol. 63, 66-68.
- HUTTER W. 1957 - "Essai de mise en culture a la station expérimentale de la Merja Dacuran". Cahier de la Rech. Agr. du Maroc T.8, 73.
- JEAN - Cite par DIFFLOTH - 1921 - "Agriculture Générale" Baillière Paris.
- JENNY H. 1941 - "Factors of soil formation ", Mc GRAW HILL Book Co.
- JOUVE PH. 1979 - "Analyse des modes de conduite des céréales et voies d'amélioration des rendements en zones semi-aride et aride du Maroc Occidental". Rev. Hommes Terres et eaux, 35 nov-déc.
- KELI, AGBAHI J. 1984 - "Système de culture, Système de production et statut organique des sols ; essai de diagnostic sur les pratiques d'entretien organique des sols dans une petite région agricole". Thèse Doct. Ing. Ing. INAPG. 208 p.
- LACOSTE et al. 1970 - "Etude de l'influence des facteurs climatiques sur la dissémination aérienne des ascospores de *Leptosphaeria maculans*," Infor. Tech. n° 20 - CETIOM PARIS.
- LEDINGHAM RJ. 1961 - "Crop rotations and common rootrot in wheat". Canad. Journ. of Plant Sc. 41, July.
- LEFEVRE G., BLANC AICARD (Mme), DROUINEAU G. 1953 - "Le problème de l'enfouissement des pailles et ses contingences pédoclimatiques." Ann. Agron. III, 379-397
- LINDSTROM MJ., KOEHLER FE., PAPPENDICK RI. 1974 - "Tillage effects on fallow water storage in the eastern WASHINGTON dryland region"- Agron. Journ. vol. 66, 312-316.
- LUEB R.E., LAAG AE. 1967 - "Nitrogen effect on leaf area, yield, and nitrogen uptake of barley under moisture stress" Agron. Journ. 59, 219-222.
- 1969 - "Evapotranspiration and water stress of barley with increased nitrogen". Agron. Journ., 61, 921-924.
- MAC CALLA TM. et ARMY TJ. 1961 - "Stubble mulch farming". Advances in Agronomy - pp. 125-196.
- MANICHON H. 1983 - "Experimental basis of *dry farming* systems". 11 K coll., Rabat mai 1983.
- MASSE T.W. et SIDDONAY F. H. 1969 - "Fall chiseling for annual cropping of spring wheat in the Intermountains Dryland Regionn". Agron. Journ. 177-181.

- MATHEWS O.R. et ARMY T.J. 1960 - "Moisture storage on fallowed wheatland in the great plains." *Soil Sc. of Am. Proc.* 414-418.
- PICARD D. et BONZON B. 1974 - "Profils racinaires - Résultats - Premières interprétations dans l'étude des interactions sol-plantes fourragères en milieu tropical humide". Multigraphié ORSTOM - ADIOPODOUME, Côte d'Ivoire, 100 p.
- POLETAEF N. 1953 - "Action du travail profond du sol sur sa fertilité et sur les rendements des céréales". *Ann. du Ser. Bot. et Agron. de TUNISIE*, vol. 26.
- RECAMIER A. 1969 - "Les herbicides et la possibilité de suppression du labour". Colloque Herbicides et Techniques de cultures. VERSAILLES.
- ROBERTS HA. et al. 1967 - "Effect of cultivation on the number of viable weed seeds in soil." *WEED RESEARCH* 7.
- ROBINSON RG. 1970 - "Management of land diverted from crop production. II Annual covercrops and fallow". *Agron. Journ.* Vol. 62, n° 6, 770-772.
- ROSIER B. 1973 - "Changement technique et rapports sociaux dans l'histoire de l'agriculture Ouest Européenne. Un réexamen de la "révolution agricole" et de la genèse du capitalisme agraire". Note de travail Berkeley. Aix en Provence.
- ROZIER Abbé 1781 - "Cours complet d'agriculture théorique, pratique et économique". 12 tomes.
- SALMON SC, MATHEWS O.R., LEUKEL R.W. 1953 - "A half-century of wheat improvement in the United States" 3 - 151. *Advances in Agronomy*.
- SANDOVAL FM. et BENZ LC. 1966 - "Effect of bare fallow, barley, and grass on salinity of a soil over a saline water table" *Soil Sc. Soc. Amer. Proc.* vol. 30, 392-396.
- SANDOVAL FM. et BENZ LC. 1973 - "Soil salinity reduced by summer fallow and crop residues". *Soil Sc.* vol. 115, n° 2, 100-105.
- SEBILLOTTE M. 1968 - in "Région de Daloa-Gagnoa - Etude socio-économique" MINISTERE DU PLAN - ABIDJAN - Sec. OBM. PARIS.
- SEBILLOTTE M. 1973 "Les cultures de céréales en sec au MAROC ORIENTAL - Localisation - Extension". *Rev. de Géogr. du MAROC*, n°23 -24 RABAT.
- SEBILLOTTE M. 1975 - "Les systèmes de cultures" Notes pour le premier cours de l'unité de valeur. "Les grands systèmes de cultures". I.N.A. PARIS. 16 p.241-264.
- SEBILLOTTE M. 1980 - "Rôles de la prairie dans la succession culturale". *Fourrages*, 83, 79-124.
- SEBILLOTTE M. 1982 - "Pratiques des agriculteurs et évolution de la fertilité du milieu - Eléments pour un jugement des systèmes de culture". n° spécial "Fertilité du Milieu et Agriculture". *BTI* n° 370-372, 425-436.
- SIGAUT F. 1975 - "La jachère en ECOSSE au XVIIIe siècle : phase ultime de l'expansion d'une technique. *Etudes rurales*, 1975, 57, 89-105.
- SIGAUT F. 1977 - "Quelques notions de base en matière de travail du sol dans les anciennes agricultures européennes." *JATBA*, vol 24, 2-3, 139-169.
- SMIKA D.E. et WICKS GA. 1968 - "Soil water storage during fallow in the central great plains as influenced by tillage and herbicide treatments". *Soil Sc. Soc. Amer. Proc.* vol. 32, 5S1-594.
- STONEBRIDGE WC. et al. 1973 - "Spray-seed". *The western Australian direct sowing system*. Outlook on Agriculture (4).
- TALINEAU JC. & HAINNAUX G. 1974. "Premiers résultats-Interprétations et Conclusions concernant le facteur sol dans l'étude des interactions sol-plantes fourragères en milieu tropical humide". Multigraphié ORSTOM, Adiopodoumé Côte d'Ivoire 80 p.
- WIESE AF., BURNETTE, BOX J.E. 1967 - "Chemical fallow in dryland cropping sequences". *Agron. Journ.* vol. 59 (2).
- YANKOVITCH 1956 - "Résultats de 22 années d'expérience dans les cases lysimétriques et cases de végétation du service botanique et agronomique de Tunisie." *Annales du SBAT*, 29 - n° spécial.