



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Pratiques agricoles et fertilité du milieu

M Michel Sébillotte

Citer ce document / Cite this document :

Sébillotte Michel. Pratiques agricoles et fertilité du milieu. In: Économie rurale. N°208-209, 1992. L'agriculture et la gestion des ressources renouvelables. Session des 29 et 30 Mai 1991, organisée par Maryvonne Bodiguel (CNRS) avec la collaboration de Michel Griffon (CIRAD) et Pierre Muller (CRA-FNSP) pp. 117-124;

doi : <https://doi.org/10.3406/ecoru.1992.4466>

https://www.persee.fr/doc/ecoru_0013-0559_1992_num_208_1_4466

Fichier pdf généré le 08/05/2018

Abstract

Farmers' practices and fertility of environment

The concept of cropping system is the analysis tool of crop practices for modern agronomist. But, to be able to talk about environment fertility, it is necessary to refer to potentialities and to the technological means which are used. There is not a fertility in itself but in reference to practised cropping systems in a given environment. Through combining crop practices in time and space, farmer's fertility management is dynamic. But new points of view are crucial, on the one hand because of the emergence of bad induced effects (pollution...), on the other hand because requirements about productions quality become widespread. The result is that fertility management answer more and more to constraints external to the farm. It is a very new situation.

Résumé

Le concept de système de culture est l'outil d'analyse par l'agronome moderne des pratiques culturales. Mais pour parler de fertilité du milieu on doit se référer aux potentialités et aux moyens technologiques mis en œuvre. Il n'y a pas de fertilité en soi mais en référence, pour un milieu, aux systèmes de culture pratiqués. En combinant dans le temps et dans l'espace ses pratiques culturales l'agriculteur a une gestion dynamique de la fertilité. Mais de nouveaux regards sont nécessaires. D'une part à cause des effets induits pervers (pollution...), d'autre part parce que les exigences de qualité des productions se généralisent. Il résulte de tout cela que la gestion de la fertilité répond de plus en plus à des contraintes « externes » à l'exploitation. C'est une situation très nouvelle.

PRATIQUES AGRICOLES ET FERTILITÉ DU MILIEU

Michel SEBILLOTTE*

Résumé :

Le concept de système de culture est l'outil d'analyse par l'agronome moderne des pratiques culturales. Mais pour parler de fertilité du milieu on doit se référer aux potentialités et aux moyens technologiques mis en œuvre. Il n'y a pas de fertilité en soi mais en référence, pour un milieu, aux systèmes de culture pratiqués. En combinant dans le temps et dans l'espace ses pratiques culturales l'agriculteur a une gestion dynamique de la fertilité. Mais de nouveaux regards sont nécessaires. D'une part à cause des effets induits pervers (pollution...), d'autre part parce que les exigences de qualité des productions se généralisent. Il résulte de tout cela que la gestion de la fertilité répond de plus en plus à des contraintes « externes » à l'exploitation. C'est une situation très nouvelle.

FARMERS' PRACTICES AND FERTILITY OF ENVIRONMENT

Summary :

The concept of cropping system is the analysis tool of crop practices for modern agronomist. But, to be able to talk about environment fertility, it is necessary to refer to potentialities and to the technological means which are used. There is not a fertility in itself but in reference to practised cropping systems in a given environment. Through combining crop practices in time and space, farmer's fertility management is dynamic. But new points of view are crucial, on the one hand because of the emergence of bad induced effects (pollution...), on the other hand because requirements about productions quality become widespread. The result is that fertility management answer more and more to constraints external to the farm. It is a very new situation.

INTRODUCTION

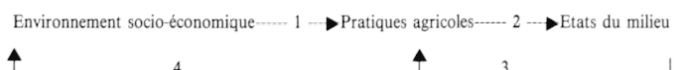
C'est un « vieux » problème qui hante aussi bien l'esprit des praticiens et des chercheurs que l'imaginaire collectif (Sebillotte, 1989 ; Sebillotte et Godart, 1990). Selon la place qu'il occupe dans la société ou dans le processus de production agricole chacun a une représentation de la fertilité. On peut, par exemple, opposer une représentation basée sur l'idée de conservation d'une fertilité naturelle ou au contraire sur celle d'une fertilité produite par l'homme (Reboul, 1977 ; Godard et Sebillotte, 1982).

Mais la question de la fertilité était jusqu'à présent posée dans un contexte où la fonction majeure de l'agriculture restait de produire des quantités croissantes aux meilleurs coûts (Servolin, 1989). Si cet objectif est toujours valide en maints pays, il ne correspond plus à la situation de l'Europe. La volonté actuelle de limiter la production et de s'intéresser plus à sa qualité, de respecter l'environnement met-elle en jeu d'une manière nouvelle la gestion de la fertilité ? Doit-on la

considérer comme une ressource renouvelable (titre du colloque), qui se trouverait plus menacée ? Ne revient-on pas alors à la question de son statut ? On rejoint une autre interrogation : s'agit-il de fertilité des sols ou du milieu ?

Je tenterai d'exposer brièvement la position de l'agronome moderne pour esquisser, ensuite, quelques traits des nouveaux regards que l'on peut avoir sur ces questions. Cependant, il importe de préciser dès maintenant que je postule les relations de la figure 1. Les évolutions des états du milieu sont prioritairement déterminées par les relations 1 et 2 et non par une volonté délibérée d'améliorer la fertilité du milieu, même si on a beaucoup dit, et surtout écrit, le contraire.

Figure 1. - Les relations qui « produisent » les évolutions du milieu



* Professeur, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Chaire d'Agronomie.

Les relations 3 et 4 traduisent les effets en retour. C'est principalement la relation 3 qui a joué jusqu'à présent. Elle correspond aux adaptations nécessaires pour maintenir des choix de production conformes aux orientations du marché (maintien de la prédominance de la relation 1). Il est difficile d'y voir une « volonté » d'améliorer la fertilité en soi, tout au moins dans l'acception traditionnelle du terme.

POINT DE VUE DE L'AGRONOME MODERNE

1°) Les relations de base de l'analyse de l'agronome

Pour décrire les pratiques culturales, l'agronome utilise le concept de système de culture défini à partir de ceux d'itinéraire technique et de succession de culture (anciennement rotation culturale) (1).

Les modalités techniques appliquées aux peuplements végétaux (leur conduite) pour élaborer une nouvelle matière végétale et produire une récolte contribuent aussi à créer les éléments du paysage. Mais ces modalités sont également sources, on l'a dit, des états du milieu et de leurs variations dans le temps. Ainsi l'agronome moderne, dès que ses préoccupations concernent des pas de temps suffisants, considère le système de relations de la figure 2 ce qui lui interdit donc de les dissocier dans ses analyses.

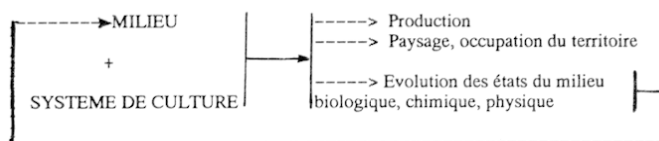


Figure 2. - Les relations de base de l'analyse de l'agronome

C'est le plus souvent en période de mutation technologique rapide, de crise de développement ou encore à la suite d'une série de « mauvaises » années, donc par rapport à la production, que la question de la fertilité est posée (2). L'indicateur le plus fréquemment utilisé est ainsi le rendement. Mais outre que l'interprétation de ses valeurs n'est pas chose aisée car c'est le résultat ultime d'une longue série de processus, la question d'une baisse de la fertilité est redoutable sur le plan méthodologique.

L'administration de la preuve d'une évolution négative du milieu, qui puisse être reliée de manière causale aux évolutions défavorables de la production, suppose une démarche en générale inaccomplie et de toute façon difficile (Sebillotte, 1989). L'évolution croissante en tendance des rendements suggère au moins que la réponse à la question n'est pas évidente.

1. Le système de culture se définit comme l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique. Chaque système de culture se définit par : la nature des cultures et leur ordre de succession dans le temps (les rotations culturales d'autrefois) ; les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, y compris le choix des variétés. (Sebillotte, 1990 a). L'itinéraire technique se définit comme une combinaison logique et ordonnée de techniques culturales qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production donnée. On trouvera dans Sebillotte (1990 b) une discussion sur les rapports de ce concept avec les enchaînements de décisions et d'actions qui se traduisent par les opérations techniques de l'agriculteur dans ses parcelles. Par contre, de Gasparin (1843) définissait le système de culture seulement par les techniques culturales et les grandes alternances culture-prairie ou forêt, culture-jachère, culture-étang... L'objectif des techniques était de tirer parti du milieu tout en l'améliorant éventuellement.

L'agronome moderne s'est trouvé obligé de renverser la démarche traditionnelle qui avait abouti, pour différentes raisons historiques, à faire en Europe de la fertilité une propriété des terrains susceptible d'accumulation (Sebillotte et Godard, 1990).

2°) Potentialité et aptitudes culturales

En un lieu l'agronome définit des *potentialités* : *culturelle à partir du climat et pour une succession de culture ; agricole à partir des données climatiques, compte tenu des sols et du milieu biologique, et pour un système de culture* (Boiffin et Sebillotte, 1982). Ceci est essentiel à considérer : ce qui importe donc en premier c'est la capture de l'énergie lumineuse par les peuplements végétaux et c'est la potentialité de production de matière végétale ainsi fixée qui déterminera les besoins que l'atmosphère, le sol, l'activité biologique devront satisfaire (3).

Si l'on veut parler de fertilité du sol c'est en termes négatifs qu'il faut le faire : le sol le plus fertile est celui qui entraîne le moins de diminution des potentialités culturales. Il ne convient donc pas de parler dans l'absolu de fertilité des sols, tout au plus peut-on faire des comparaisons pour des systèmes de culture identiques et sous les mêmes climats.

Mais on voit aussi que, fixée pour un système de culture, *les moyens technologiques font partie de la définition et participent donc à la détermination de son niveau* : il n'y a pas de fertilité sans culture et de culture sans moyens techniques.

Par ailleurs le milieu, particulièrement le climat et les sols, intervient dans la mise en œuvre des itinéraires techniques et dans la régularité des résultats culturaux obtenus. On introduit donc, toujours pour un même système de culture, des *notions de souplesse d'utilisation du milieu vis-à-vis de l'organisation des travaux et de sécurité dans l'obtention des récoltes face aux aléas climatiques (et biologiques)*.

Le milieu doit donc remplir plusieurs fonctions vis-à-vis des processus complexes de production végétale. Les différents caractères du milieu qui leur correspondent sont les *composantes de la fertilité* que l'on peut, en particulier en ce qui concerne les sols, classer en composantes biologiques, chimiques et physiques de la fertilité. Pour chaque composante l'agronome peut définir des critères de fertilité. *Il est alors possible de juger de manière globale d'un milieu en parlant d'aptitude culturale, terme plus approprié au fond que fertilité, en examinant ce milieu du triple point de vue :*

- des *potentialités*,
- des *coûts d'extériorisation des potentialités*,

2. A titre d'exemple en France : « impression » d'une baisse de rendement du maïs semence en monoculture en Béarn, en particulier sur défriche de landes (Manichon et Sebillotte, 1975) ; forte utilisation potentielle des pailles de céréales pour produire de l'énergie et « sentiment » que le « capital » humus est menacé (Reboul 1977) ou au moins nécessité de se pencher sur cette question (Requillart, 1984) ; « idée » des agriculteurs, à la suite de quelques années de mauvais rendement en céréales, que la fertilité accumulée, avant leur défriche, sous les cultures de pins en Champagne pouilleuse a disparu et que leur avenir est menacé (Boiffin et al., 1981).

3. L'agronome appelle facteur de la croissance et du rendement les nutriments et l'énergie lumineuse. Les autres caractéristiques du milieu, l'état structural, parasitaire, les adventices... sont les conditions de la croissance et du rendement, elles agissent sur la fourniture des facteurs par le milieu et leur capture des facteurs par les cultures (Hénin et al., 1969). L'eau a un statut mixte ; elle est surtout une condition, la sécheresse entraînant la fermeture des stomates et donc l'absorption du facteur carbone sous forme de gaz carbonique.

— des risques qui sont estimés à travers l'analyse de la souplesse et de la sécurité dans le choix et la mise en œuvre des systèmes de culture, (Boiffin et Sebillotte, 1982) (4).

3°) L'origine du « Chimisme » en matière de fertilité

Sans remonter à un usage lointain du mot fertilité et à ses multiples connotations psychologiques et sociologiques (Sebillotte et Godard, 1990) depuis environ deux siècles s'est développée une vision de la fertilité que l'on qualifiera de « chimisme » ; c'est-à-dire privilégiant à l'extrême et de manière souvent induite la composante chimique de la fertilité. Il n'est pas inutile de tenter une explication car cela permet d'éclairer comment naissent et se reproduisent dans la société des représentations à partir de discours « explicatifs ».

Pour « rendre compte » de cette représentation sociale dominante l'agronome a recours à la notion de facteur limitant. Les écrits, les traditions orales considèrent comme fertiles les situations qui, dans une région, sont moins soumises au facteur limitant dominant ; ainsi en région sèche la fertilité sera liée à une plus forte disponibilité en eau. Dans les pays européens, ceux où se produira et s'écrira une partie importante de la théorie agronomique, les éléments minéraux étaient souvent en quantités limitantes par rapport aux potentialités agricoles. Comme par ailleurs c'est la chimie qui se développe en premier dès le 18^e siècle la théorie agronomique sera d'abord une chimie du sol et des plantes.

Elle fournit ainsi rapidement des explications « modernes » à l'observation très généralement vraie que des apports de fumier, puis d'engrais, venant de l'extérieur de la parcelle étaient bénéfiques. C'est par un bilan que l'on rend compte de ces effets. C'est comme cela que Lecouteux (1852) proposera de calculer les doses de fumier à épandre en partant d'un niveau probable de récolte qui lui permettrait de fixer des besoins à satisfaire. Il précédait ainsi Hébert (1969) d'un siècle ! Mais comme les calculs supposaient des références qui manquaient et, malgré tout beaucoup plus de connaissances, les agronomes ont utilisé, tout particulièrement au 20^e siècle, la méthode des courbes de réponses à des doses croissantes sur des réseaux d'essais multiloaux.

L'usage de l'analyse chimique a eu aussi pour conséquence de permettre le constat que les terres les plus riches étaient généralement les plus productives. S'est trouvé ainsi renforcée l'assimilation de la fertilité à une richesse chimique. Mais jusqu'où enrichir ? C'est seulement l'augmentation brutale du prix des engrais phosphatés en 1974, à la suite de la « Guerre du Kippour », qui a entraîné un réexamen des normes pour les conseils de fertilisation.

Je n'insisterai pas ici sur un aspect historiquement important de ce « chimisme » à savoir le rôle dévolue à la matière organique du sol, à l'humus, et le modèle, quasiment idéal, pour les pratiques agricoles qu'était devenue l'association élevage-agriculture. Comme le dit Claude

Wisner (1989) il y a un « modèle fumier » de l'entretien de la fertilité. C'est un bel exemple de « chosification » : la fertilité est assimilée à la matière organique (Sebillotte, 1989 ; Sebillotte et Godard, 1990). Ceci éclaire sur la manière dont s'instaure dans une société des discours « pseudo-explicatifs » qui ont la force de dogme. Bâties à l'origine sur des bases théoriques acceptables (les fumiers apportent des éléments minéraux) pour rendre compte de pratiques agricoles, les discours évoluent, oubliant les fonctions que remplissaient les pratiques qui deviennent progressivement l'explication elle-même, elles s'auto-réferent et se valorisent (au sens de Bachelard, 1938) et cela d'autant plus que ces pratiques durent (ou ont duré : cas des épandages de fumier par exemple) en continuant à remplir de fait leurs fonctions (5).

L'agronome moderne répond en analysant les rôles que le milieu doit remplir et la place que les matières organiques du sol y tiennent : elles sont un moyen parmi d'autres qui a ses propres limites telles, de ne pouvoir enrichir, par exemple, à terme, un milieu chimiquement pauvre si elle est produite sur ce milieu. Barbier (1958) faisait déjà remarquer, à une époque où S. Henin voyait se développer une « mystique » de l'humus (1958), que c'était la dynamique d'évolution de la matière organique qui comptait, beaucoup plus que son niveau dans le sol. La situation extrême est la production légumière ou florale hors sol pour laquelle le sol n'est plus qu'un substrat inerte qui peut même devenir totalement absent (culture sur solution coulante). Cette analyse a, par ailleurs, fait émerger d'autres rôles, notamment ceux sur les propriétés et les comportements structuraux.

Il faut aussi noter que les systèmes de culture du 19^e et du début du 20^e siècles étaient beaucoup moins exigeants pour les autres caractéristiques du milieu, les conditions de la croissance (cf. note 3), du fait des moyens technologiques existants, de la nécessité d'étaler les travaux pour des raisons de ressources en main-d'œuvre... et des niveaux de rendement atteints ; la relation 3 de la figure 1 n'avait pas de raison de jouer. A titre d'exemple l'absence de semoir de précision, de semence monogerme et de produits pesticides pour lutter contre les ennemis des cultures au semis et à la levée faisait que le nombre de plantes à l'unité de surface pour la betterave sucrière était déterminé, à partir d'un semis plus dense, au moment d'un démarrage et/ou d'un sarclage. Il n'y avait donc pas d'exigences très poussées sur la réussite des semis et les états structuraux de surface.

Dans le même esprit c'est l'apparition tardive des tassements du sol, étroitement liés à la motorisation, et le manque de connaissance sur le fonctionnement des racines en sol tassé (Tardieu et Manichon, 1987), sur la possibilité de faire des bilans assez précis de l'azote (Remy et Hébert, 1977 ; Meynard et al., 1981) qui sont responsables de l'époque tardive à laquelle les préoccupations en matière d'états structuraux du profil cultural se sont vraiment traduites dans les conseils aux agriculteurs comme l'une des composantes de la fertilité à bien gérer.

4. Notons bien qu'exposer ainsi le problème de la définition de la fertilité ne veut pas dire qu'il faille cultiver avec des objectifs de rendement correspondant aux potentialités agricoles. Le choix des niveaux de rendement dépend d'autres raisons.

5. Notons qu'il n'y a pas eu abandon des apports de fumier pour cause d'échec dans l'entretien de la fertilité mais du fait de l'abandon progressif de l'élevage ou de son évolution (lisier). Ainsi le « mode fumier » garde sociologiquement toute sa valeur, il se charge même de connotations nostalgiques !

Ainsi sans forte nécessité du fait des systèmes de culture pratiqués, des moyens technologiques existants, alors que les progrès en chimie sont importants, c'est toute l'agronomie qui dévie (6) et avec elle la conception de la fertilité.

4°) La gestion de la fertilité par l'agriculteur : le jeu du temps et de l'espace

C'est à l'échelle de la parcelle que l'on a d'abord cherché à gérer la fertilité par l'alternance des cultures, des corrections du milieu ou la compensation des exportations minérales des récoltes. Une grande partie du travail des agronomes était de mettre au point des « rotations » culturales perfectionnées, c'est-à-dire produisant le maximum et reproductibles. Si l'on admet d'assimiler la période en jachère à une culture (point de vue de l'agronome moderne) on voit que le procédé est fort ancien (Sebillotte, 1985). Il est aisé de montrer sur l'exemple de la « rotation de NORFOLK » comment on gérait ainsi les composantes biologique, chimique et physique de la fertilité (Sebillotte, 1982).

Mais, simultanément on a utilisé les relations existantes entre des parcelles du fait des animaux et du stockage de leurs déjections dans les étables d'une part, de l'épandage de sous-produits industriels, de déchets urbains d'autre part... On a appelé cela des *transferts de fertilité*. On notera que par le biais des cultures sur lesquelles les agriculteurs font porter leurs efforts d'entretien de la fertilité il se crée de véritables oppositions de zones pauvres et de zones enrichies dans le terroir de l'exploitation. A titre d'exemple c'est le cas de la betterave sucrière généralement située sur les meilleures terres qui, fortement fertilisées en potasse, entraîne des enrichissements du sol en potassium (Caneill et Malroux, 1984), en matières organiques du fait des apports de fumier privilégiés sur cette culture (Sebillotte et al., 1989). C'est l'occasion de souligner, à travers une apparente contradiction historique, l'intérêt majeur de partir des potentialités. Heuze (1862) s'élève contre le fait d'épandre des fumiers avant la betterave sucrière parce que cela entraîne une difficulté d'extraction du sucre et donc des pertes pour l'industriel. Or aujourd'hui la pratique est inverse. La raison est, entre autres (il y a eu aussi les progrès technologiques), que les rendements potentiels ayant augmenté les besoins également ce qui rend les apports de fumier possibles. Il faut cependant alors en tenir compte dans le calcul de la fertilisation azotée (Caneill, 1990).

A contrario, il en résulte que si pour des raisons diverses, par exemple d'allongement des temps de retour de la betterave sucrière sur les parcelles où elle est habituellement localisée pour réduire des maladies ou des infestations de parasites (nématodes), on met des betteraves en terre moins favorable on change la vitesse d'enrichissement ou d'appauvrissement (Sebillotte et al., 1989). Ces mêmes auteurs ont montré que d'autres facteurs intervenaient dans la localisation des fumiers, tels que les dates de vidange des étables, des labours d'hiver, tels que la position dans le calendrier des périodes sans culture... A une

6. Lorsque l'INRA recrutait ses assistants en fin de deuxième année de l'enseignement supérieur agronomique son département d'Agronomie imposait comme formation de troisième année, celle de la section de chimie et ceci jusqu'en 1967 !

volonté de favoriser une (des) culture(s) se superpose donc les contraintes de fonctionnement de l'exploitation.

Pour analyser ces pratiques des agriculteurs, l'agronome moderne a créé les concepts d'*effet précédent* (transformation des états du milieu sous l'action du précédent cultural) ; de *sensibilité du suivant* (aptitude d'une culture à plus ou moins valoriser les états du milieu créés par le précédent) ; d'*effet cumulatif*, somme dans le temps des effets précédents et d'*état moyen du milieu sous l'action d'un système de culture*, gamme des états dans lesquels ceux des parcelles soumises suffisamment longtemps à un système de culture fluctuent d'une année sur l'autre (Sebillotte, 1990). Il peut ainsi rendre compte des situations observées comme fruit de processus commandés par le jeu des relations de la figure 1.

Les recherches depuis une quarantaine d'années ont donc visé à déterminer les mécanismes qui régissent le fonctionnement du champ cultivé et donc à *substituer à une vision statique de la fertilité comme caractéristique intrinsèque des sols, celle, dynamique, d'un processus que l'homme pilote par la conduite des systèmes de culture*. Cependant l'objectif était (et reste souvent) le rendement maximum en se garantissant des risques par une utilisation croissante des intrants d'origine industrielle (Meynard, 1991). Pourtant *un des aboutissements des recherches précédentes a été de montrer que l'on pouvait avoir des marges brutes aussi intéressantes en visant des objectifs de production inférieurs et en conduisant en conséquence les itinéraires techniques parce que l'on réduisait les risques d'échec des opérations techniques* (Meynard, 1985).

Jusque dans les années quatre-vingts, ce qui frappe c'est l'insistance mise sur l'agriculteur comme seul décideur en matière de gestion de la fertilité en tant que responsable du processus producteur. Mais depuis, l'entretien du milieu n'est plus seulement vu sous l'angle de la fertilité au sens traditionnel car des signes tangibles d'évolutions défavorables sont apparus qui ont imposé de reconsidérer les problèmes (7). C'est le « passage récent du local au global » comme le note Michel Serres dans « *Le contrat naturel* » en 1990.

L'objectif de l'agronome n'est donc plus seulement la gestion par l'agriculteur de la fertilité telle que définie ou 1°) mais bien celui de la gestion de l'ensemble des états du milieu par les systèmes de culture et sans se restreindre à la seule parcelle et au seul horizon du sol affecté par les racines des cultures.

DE NOUVEAUX REGARDS

1°) Des effets induits des pratiques qui deviennent pervers

Parce que le moteur de l'évolution des pratiques résidait dans les circonstances socio-économiques le jeu des relations de la figure 2 avait entraîné des effets induits de diverse nature qui se révèlent progressivement pervers.

7. Les prémices du changement étaient à l'œuvre depuis de longues années et plusieurs s'en préoccupaient (Hénin, 1957). Mais je pense que le véritable détonateur sera la publication du « Rapport Hénin » en 1980.

Ainsi, peut-on évoquer les transferts de fertilité « non aperçus » si l'on ose dire, qui se font entre régions, donc à longues distances. Je citerai l'exportation d'azote ammoniacal par voie aérienne à partir des régions d'élevage intensif que l'on retrouve ailleurs dans les pluies acides (Asman et Janssen, 1987) ou, dans le sens d'une importation, les enrichissements en acide phosphorique des sols de Bretagne à travers les céréales des aliments du bétail venant des régions de grandes cultures par exemple. Le premier transfert est positif, pour les bretons, le second d'abord positif, car il a permis d'enrichir par les déjections d'élevage des sols pauvres puis il est devenu négatif car il entraîne un excédent structurel d'azote ; pour les autres régions ces transferts sont plus ou moins négatifs. L'apport de métaux lourds par les déjections des villes est un autre exemple de transferts induits et nocifs.

La pollution des eaux par les nitrates est une autre conséquence de la dynamique socio-économique générale. Elle est étroitement liée aux pratiques culturales (8). Je soulignerai, point important pour ce colloque de la SFER, que les pratiques de surfertilisation azotée, largement responsable de la pollution diffuse, traduisent directement (Sebillotte et Meynard, 1990) :

- le caractère aléatoire du climat et donc des potentialités agricoles annuelles,
- la volonté des agriculteurs de se prémunir contre le risque de limiter leurs rendements une année très favorable par une fertilisation insuffisante,
- les « progrès » technologiques qui « suppriment » des phénomènes de régulation, telle par exemple la possibilité de réduire considérablement les risques de verse des céréales,
- un manque patent de connaissances et « d'instruments » de contrôle et de pilotage des états du milieu,
- des rapports de prix pas suffisamment encourageants pour conduire d'autres politiques,
- des niveaux de formation insuffisants.

L'opération « FERTI-MIEUX » qui démarre sous l'égide de l'ANDA et qui vise à promouvoir des pratiques, entre autres de fertilisation azotée, moins polluantes pour le milieu traduit la volonté de réduire ces effets induits pervers.

Ce qui « arrive » est étroitement lié à la dynamique générale de la société. Notons aussi que cela remet notablement en cause la valeur de l'élevage comme moyen privilégié d'entretien de la fertilité (caractère polluant de la pâture en élevage intensif par exemple (Jarvis et al., 1989) et plus encore, peut-être, la spécialisation régionale. La pollution contraint à s'interroger sur des évolutions réalisées au nom des économies d'échelles ! A moins de faire comme les Hollandais (Hilberts 1990) et d'exporter des lisiers desséchés (9).

8. Confère le dernier colloque international consacré à cette question qui s'est tenu à Paris les 6-7 novembre 1990 « Nitrates-Agriculture-Eau », Ed. R. Calvet ; les travaux du CORPEN, comité des Ministres de l'Agriculture et de l'Environnement sur les questions de pollution des eaux par les nitrates et les phosphates.

9. Les régions prospectées sont : - le sud de l'Europe, avec comme argument supplémentaire, par rapport aux éléments minéraux contenus, la pauvreté de leurs sols en matières organiques même si leur teneur est liée aux conditions

32°) De nouveaux jeux sur l'espace et sur le temps pour de multiples acteurs

Pollution et érosion

Si le regard n'est plus seulement centré sur l'agriculteur mais également sur d'autres acteurs, de nouveaux jeux sur l'espace et sur le temps apparaissent possibles, voire nécessaires.

J'ai déjà évoqué la pollution des eaux souterraines. Ajoutons deux points. Le premier concerne le fait qu'en matière de pollution des eaux c'est l'unité hydrologique qui constitue l'échelle à laquelle il faut raisonner. On aboutit alors à de tout autres découpages spatiaux ! Même si la parcelle reste l'unité de traitement de l'agriculteur c'est un espace continu qu'il faut traiter.

Le second concerne les ruissellements de surface et l'érosion. Sources d'inondation, de dépôts sur les routes, de pollution des eaux ils ont pour une grande partie leur origine dans les systèmes de culture et dans leur disposition relative dans l'espace des bassins versants. Papy et Boiffin (1989) ont montré comment il fallait raisonner cette disposition en fonction des risques de ruissellement liés aux interactions système de culture-climat-nature du sol et rugosité de surface. On perçoit ici que dès que le terroir d'un bassin sera sous la dépendance de plusieurs agriculteurs, la gestion de ces risques sera nécessairement collective. On retrouve par là en pays de grandes cultures cette gestion collective qui fut familière aux montagnards comme aux cultivateurs des oasis !

Les relations agriculteur-aval à travers la qualité des produits

Les préoccupations en matière de qualité sont aujourd'hui de plus en plus affirmées (10). Or elles remettent en question « l'autonomie » de l'agriculteur dans sa gestion de la fertilité dans ses relations avec l'industriel ou le consommateur. Pour un sucrier, par exemple, une production concentrée autour de l'usine est un facteur important de qualité. Il cherche donc à réduire les distances parcourues par tonne de betterave collectées (Ledru, 1988) ; le conserveur agit de même... Ceci pourrait aboutir, à la limite, à la mise en monoculture de tout un périmètre et donc risquerait de rendre plus difficile la gestion de la composante biologique de la fertilité et d'impliquer, en retour, un recours accru à des moyens chimiques en remplacement de l'alternance des cultures ! Pour d'autres productions cela peut conduire au hors sol.

Pour beaucoup de produits agricoles la qualité dépend, entre autres, de la *teneur en azote*. Or celle-ci ne se régule pas spontanément. C'est au cultivateur de gérer finement les quantités d'azote disponibles dans le sol par rapport aux besoins.

Si on a pu montrer (Caneill et Malroux, 1984) que les intérêts du sucrier et de l'agriculteur étaient convergents pour réduire les doses d'engrais azotés (et donc la pollution), la situation est plus délicate, par exemple, avec le malteur. Ici qualité et rendement ont une forte tendance

écologiques elles-mêmes. Ainsi, sociologiquement, le cycle de la fertilité serait bouclé ! - l'Allemagne et la France, par exemple pour les cultures spéciales (fleurs...) et d'appartement, pour l'agriculture dite « biologique »...

10. Si les industriels le savent les agriculteurs en sont de plus en plus convaincus. C'est la voie prioritaire pour améliorer leur avenir pour plus de la moitié d'un échantillon de 1 700 agriculteurs, montre Sylvie Bonny (1991).

à varier de manière inverse (Le Bail et al., 1990). Le problème de l'agriculteur est alors plus délicat. En effet ou la récolte ne respecte pas les critères de qualité et elle est déclassée en orge ordinaire, ou les critères sont respectés mais il n'y aura bénéfice cependant que si le rendement est suffisant. Il y a d'une certaine manière une antinomie entre une gestion très précise des quantités d'azote disponible dans le sol et une gestion traditionnelle de la fertilité. Ainsi l'on est conduit à préconiser la localisation de l'orge de brasserie sur des terres pauvres en matières organiques, sans légumineuses dans la succession parce que l'on ne sait pas assez maîtriser la dynamique de l'azote organique (Le Bail, Meynard, Sebillotte, travaux en cours). Ainsi pour atteindre des objectifs de qualité on utilise des parcelles soumises à différents systèmes de culture pour compenser un manque de maîtrise du cycle de l'azote au cours du temps ; l'agriculteur valorise (voir crée) une variabilité spatiale des composantes de la fertilité pour mieux gérer dans le temps la nutrition azotée de ses cultures.

De son côté le problème du collecteur d'orge pour la malterie est de pouvoir, dans une aire géographique donnée, gérer la constitution de lots de grains respectant les exigences du malteur en mélangeant les récoltes des parcelles des agriculteurs avec lesquels il a passé un contrat, qu'il importe aussi de fidéliser (11), avec éventuellement des marchandises d'autres provenances. Ce problème est loin d'être simple.

Cette importance croissante de la qualité dans les relations agriculteur-industriel pose de manière plus générale la question des conventions les liant. Nombre d'industriels, mesurant les limites des contrats traditionnels voulant tout prévoir, face à l'incertitude d'obtenir *in fine* le produit qu'ils cherchent développent des conventions avec les producteurs qui visent à leur donner plus d'autonomie (Valceschini, 1990). De nouvelles formes de relations assurent un contrôle suivi tout au long du processus producteur de manière à accroître la flexibilité de ces relations et y substituer le contrôle *a posteriori* des « contrats classiques » (Valeschini, 1991) (12). Ceci est notamment vrai pour les conserveurs de légumes de plein champ.

Pour l'exemple de l'orge de brasserie il faudrait, dans cet esprit, commencer par concevoir des contrats non plus à la parcelle mais au niveau de l'exploitation. Ce serait en effet pour l'agriculteur un moyen de retrouver une certaine souplesse en gérant de manière interactive ses différents systèmes de culture, pour déjà bâtir sur son exploitation une *conduite anti-aléatoire en combinant des risques variables selon les inter-relations terrains-climat-itinéraires techniques*. Jusqu'à présent, préoccupé surtout des quantités de récolte, la gestion des systèmes de culture consistait surtout à résoudre des questions de concurrence de calendrier de travail. Il en est d'ailleurs résulté de nombreux équipements, permettant à l'extrême de cultiver simultanément « n » sous-exploitations. Il en irait autrement si l'agriculteur pouvait aujourd'hui « composer » des lots-exploitation, matériellement ou fictivement selon les cas. Il devrait concevoir une utilisation de

ses parcelles qui maximise ses chances de maximiser sa marge. Certes les agronomes auront à fournir des moyens de faire des pronostics sur la qualité probable des récoltes, des outils d'aide à la gestion des systèmes de culture, les agriculteurs devront mieux suivre leurs cultures, mais c'est certainement l'une des voies prometteuses (13). Soulignons que ce type de gestion ne peut concerner que des productions dont on peut « mélanger » les constituants. Pour des laitues, consommées à la pièce, chaque plante devra probablement à l'avenir respecter une norme de teneur en nitrates !

Cette évolution dans l'économie des conventions qui aboutit à porter un jugement sur la qualité du producteur (sa certification) rejoint une autre voie connue que je ne développerai pas, pour aborder les questions de qualité dans les rapports producteur-consommateur, c'est la création de « labels ». Elle revient à découper le territoire ou/et à s'engager à respecter certaines pratiques culturelles particulières ce qui, à nouveau, engage la gestion de la fertilité (14). Les vins « VDQS », les produits dits « biologiques » sont des exemples. On offre à une catégorie de consommateurs prêts à payer plus cher une garantie d'origine et de modalités de production.

La régulation des productions

La limitation des productions en Europe pose plusieurs problèmes à l'agronome. Par exemple la fixation de quantités maximales garanties (QMG) pour les céréales risque de provoquer une spécialisation régionale accrue en fonction des aptitudes culturelles ce qui :

— conduirait vers des monocultures, créant des problèmes d'ordre phytosanitaire (développement d'inoculum, apparition de souches ou d'adventices résistantes) et renforçant l'usage des pesticides, tout en réduisant l'adaptation aux aléas climatiques ;

— et interdirait les grandes substitutions qui ont si souvent permis aux agriculteurs de s'adapter dans le passé (remplacement de l'avoine à la suite de la motorisation, jeu entre blé et orges, extension du maïs) ne pourront plus se produire sauf si les progrès génétiques variaient considérablement entre céréales et permettaient de modifier les classements des aptitudes culturelles, ce qui est douteux.

On limite ainsi la possibilité de créer des *successions de cultures souples* destinées à entretenir la fertilité du milieu et à régulariser les productions.

En tout état de cause l'agronome, comme l'agriculteur, a besoin pour raisonner le pilotage de ses cultures d'objectifs de production si en particulier il veut être économe et respecter l'environnement : *en effet le niveau de production atteint résultera de plus en plus de l'objectif initial que l'on se sera donné.*

Or, si actuellement les excédents sont encore relativement faibles, réguler de cette manière macro-économique une production nettement plus excédentaire exigera, compte tenu des conséquences probables que je viens d'exposer, des décisions politiques sur les deux points suivants :

11. Cette possibilité n'existe pas, sur le plan pratique, pour le sucrier qui ne saurait mélanger des racines de betterave. Cf. aussi Valceschini, 1990.

12. Confère les travaux menés dans le cadre du « Groupe de recherche : Systèmes de culture, Environnement, Filière de production végétale » (SEFIP), INRA-INA PG.

13. Confère les travaux évoqués à la note 12.

14. L'agriculture biologique a été l'objet de nombreuses polémiques. Il faut séparer les « explications » que certains donnent de ces pratiques de l'analyse agronomique directe qui permet en général de rendre compte des effets observés. On notera clairement qu'il est de plus en plus difficile d'isoler un espace de ses voisins et qu'en conséquence ce qui peut-être garanti c'est la volonté de non-emploi de certains produits d'origine industrielle et non leur intervention dans le processus producteur. L'exemple des transferts de fertilité le prouve.

— les QMG resteront-ils calculés pour toute l'Europe ou l'espace sera-t-il fragmenté en zones de régulation de plus petite taille ? Les agronomes et les agriculteurs doivent connaître les espaces de « compensation » au sein desquels ils devront gérer la variabilité moyenne et instantanée des potentialités (15).

— cherchera-t-on à saturer les possibilités de production communautaire ou non, c'est-à-dire cherchera-t-on, par exemple à la suite d'un accident climatique, à accroître la production dans une région au-delà de ce que l'on s'était fixé ?

On parle aussi de choix de niveau de moindre intensification. Les mêmes questions se posent : quels seront les objectifs de rendement à respecter ? Par ailleurs, s'il faut aussi réduire les charges de structure il n'est pas sûr que l'on emploiera beaucoup moins d'intrants. On peut cependant dire que les travaux déjà réalisés (Meynard, 1985) offrent des solutions, mais jusqu'à quel niveau d'extensification ? Très élevé, il faudrait retrouver des solutions directement inspirées du 19^e siècle et de la construction de successions de cultures adéquates mais quel serait le bilan économique ?

Enfin les retraits de terre envisagés, avec subvention, seront aussi difficiles à gérer et l'on ne sait guère qu'elle sera l'évolution de ces surfaces si l'on ne trouve pas de solution de grande extensification.

CONCLUSION : DE LA FERTILITE A LA GESTION DU MILIEU

Traditionnellement la notion de fertilité servait à opposer les lieux, les régions où l'on gagnait plus parce que les rendements étaient supérieurs ou/et parce qu'il était plus facile et moins coûteux de produire. Progressivement à travers leurs « essais-erreurs » les agriculteurs ont produit divers moyens d'améliorer cette fertilité pour produire plus, et ainsi dans un certain sens rendu possible son accumulation.

Science pour l'action, certains des concepts de l'agronomie sont directement destinés à l'analyse et à l'amélioration des pratiques culturelles des agriculteurs.

Les agronomes ont d'abord codifié les pratiques amélioratrices et ils les ont vulgarisées, contribuant ainsi à la *chosification* de la fertilité. Mais progressivement ils se sont penchés sur les mécanismes responsables des différences entre situations « fertiles et non fertiles ». Ils ont alors dégagé les processus « d'élaboration de la production » : *mécanismes bio-techniques et pilotage dans le temps et dans l'espace des cultures*. Le milieu est alors considéré dans son ensemble avec des fonctions à remplir, qui permettent de classer ses caractéristiques et de définir les *composantes de la fertilité*.

Ceci amène la véritable rupture épistémologique. Partir de l'élaboration de la production introduit un jugement relatif, car *c'est pour un système de culture donné que l'on fixe alors des degrés de fertilité*. L'agronome moderne a donc défini pour un système de culture des

potentialités culturelles en fonction du climat et des *potentialités agricoles* en fonction de l'ensemble du milieu. Il juge alors globalement de la fertilité de tout milieu, plus correctement de ses *aptitudes culturelles*, par le triple examen :

- des *potentialités*,
- des *coûts d'extériorisation des potentialités*,
- des *risques qui sont estimés à travers l'analyse de la souplesse et de la sécurité dans le choix et la mise en oeuvre des systèmes de culture*.

Il n'y a donc plus à proprement parlé de fertilité en soi mais en fonction de ce que « l'on veut faire » (16).

Mais on l'a vu, à côté de cette approche totalement centrée sur l'agriculteur-producteur, il est devenu nécessaire aujourd'hui en Europe de répondre à d'autres questions, de tenir compte d'un cahier des charges plus exigeant pour l'agriculteur. Qualité des produits, réduction des fuites polluantes et limitation de la production affectent notablement la gestion de la fertilité. Les anciennes pratiques, mêmes renouvelées par l'agronome moderne, sont insuffisantes, peuvent même être incompatibles avec les exigences actuelles pour le pilotage du processus producteur et la gestion de l'espace.

A la question posée dans l'introduction du statut de la fertilité il est possible, à l'issue de cette analyse, de répondre qu'elle n'est pas une ressource mais un jugement sur le déroulement de processus dans un contexte. Par contre les évolutions des états du milieu engendrés, *in fine* par les changements de la société sont-elles réversibles et ne sont-elles pas susceptible de remettre en cause ce jugement (cf. les flèches 1 et 2 de la figure 1) ?

L'agronome par sa démarche d'aujourd'hui formule différemment le problème. Des trois points de vue retenus pour le jugement global de la fertilité on a de fait toujours privilégié implicitement la question d'une réduction des potentialités. Or il est possible de dire que le risque en ce domaine est en Europe assez réduit.

Par contre si l'on s'intéresse aux coûts d'extériorisation et aux risques les réponses peuvent varier selon les évolutions probables du milieu écologique et les circonstances socio-économiques. Une pente aménagée en terrasses dans une région montagneuse garde les mêmes potentialités (si elle est entretenue) et pourtant elle est aujourd'hui à l'abandon ! Il n'y aura irréversibilité que si l'agronome n'est plus en mesure de proposer des solutions économiquement viables de gestion du processus producteur dans l'ensemble de son contexte. Ainsi une évolution donnée du milieu peut devenir trop onéreuse à corriger ou les moyens technologiques faire défaut.

En ce sens j'adhère à la nécessité de « chercher à maîtriser notre maîtrise » que propose Michel Serres (1990). Mais pour moi cela concerne notre *capacité collective de maîtrise* et non forcément un retour immédiat du local au local, une espèce de retour à une gestion traditionnelle. Il ne s'agit pas de se cantonner à la rétroaction 3 de la figure 1 mais de trouver de nouveaux équilibres entre les actions 1 et 2 et les rétroactions 3 et 4 de cette même figure. Si le global aggrège le local et justifie un nouveau contrat, le global doit médiatiser la gestion du local.

15. Il en est de même dans le cas d'aménagements puisque ceux-ci sont destinés à modifier les potentialités locales (cas des installations d'irrigation pour le maïs par exemple) mais peuvent entraîner une concurrence entre agriculture et autres usages de l'eau.

16. De Gasparin (1843) remarquait déjà que pour l'acquisition des terres « c'est aux terrains soumis à de faux systèmes que s'adressent les spéculateurs intelligents » car produisant peu dans ces conditions ils valaient peu ! Il est difficile de mieux souligner le caractère relatif de la fertilité.

BIBLIOGRAPHIE

- ASMAN W.A.H., JANSSEN A.J. (1987). — A long-range transport model for ammonia and ammonium for Europe. *Atmospheric Environment*, (21), pp. 2099-2119.
- BACHELARD G. (1938). — **La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective.** Vrin, Paris, 266 p.
- BARBIER. (1957). — In HENIN S., 1957.
- BOIFFIN J., CANEILL J., MEYNARD J.M., SEBILLOTTE M. (1981). — Elaboration du rendement et fertilisation azotée du blé d'hiver en Champagne Crayeuse. In *Agronomie*, 2 (5) pp. 417-428.
- BOIFFIN J., SEBILLOTTE M. (1982). — Fertilité, potentialité, aptitudes culturales. Signification actuelle pour l'agronomie. In *Fertilité et Agriculture*, Ed. M. SEBILLOTTE, Bull. Tech. Inf., Minist. Agriculture, Paris, pp. 370-372 ; 345-353.
- BONNY S. (1991). — Comment les agriculteurs cherchent-ils à maintenir leur revenu ? Une enquête auprès de 1700 exploitants français. *Perspectives Agricoles*, Paris, 157, pp. 55-69.
- CANEILL J. (1990). — Agronomical approach to improve sugar-beet quality. First Congress European Society of Agronomy, Paris, 5-7 th December, Proceedings, Sess. 4 P 03.
- CANEILL J., MALROUX D. (1984). — Elaboration du rendement et pureté de la betterave sucrière. Synthèse de cinq années d'expérimentation (1979-83). GEARA, Chaire d'Agronomie INA PG et Général Sucrière, Paris, 57 p.
- GODARD D., SEBILLOTTE M. (1982). — La notion de fertilité : Eléments d'analyse historique. In *Fertilité du milieu et Agriculture*, n° spécial du Bull. Techn. d'Inf., Paris, n° 370-372, 337-343.
- HEBERT J. (1969). — La fumure azotée du blé d'hiver. Bull. Techn. Inform. du Minist. Agric. Paris, 244, pp. 755-766.
- HENIN S. (1957). — Suggestions en vue de la création d'une commission pour la sauvegarde de notre terre. C.R. Acad. Agr. Fra., Séance du 30 Octobre, pp. 744-746.
- HENIN S. (1958). — Remarques sur l'humus et la matière organique des sols. C.R. Acad. Agr. Fra., Séance du 8 Janvier, pp. 36-39.
- HENIN S. (1980). — Rapport du groupe de travail **Activités agricoles et qualité des eaux.** Ministère de l'agriculture, Ministère de l'Environnement, Paris, 58 p.
- HENIN S., GRAS R., MONNIER G. (1969). — **Le profil cultural. L'état physique du sol et ses conséquences agronomiques.** Masson, Paris, 332 p.
- HEUZE G. (1862). — **Les assolements et les systèmes de culture.** Hachette, Paris, 534 p.
- HILBERTS I.B. (1990). — Large scale manure processing in the Netherlands. In *Nitrates, agriculture, eau.* International Symposium organized by INA PG. Ed. CALVET. INRA, Paris, 576 p., pp. 67-73.
- GASPARIN de A. (1843). — **Cours d'Agriculture.** Maison Rustique, Paris, 5 Tomes.
- JARVIS S.C., BARRACLOUGH D., UNWIN R.J., ROYLE S.M. (1989). — Nitrate leaching from grazed grassland and after straw incorporation in arable soils. In *Management systems to reduce impact of nitrate*, pp. 110-125 Ed., J.C. GERMON.
- LE BAIL M., MEYNARD J.M., SEBILLOTTE M., DELPIT B. (1990). — An agronomic diagnosis for spring barley adapted to brewery. First Congress European Society of Agronomy, Paris, 5-7 th December, Proceedings, Sess. 4 P 05.
- LEDRU Ph. (1988). — Exposé au Cycle Supérieur d'Agronomie à l'INA-PG à partir des données de la Générale Sucrière.
- LECOUTEUX E. (1855). — **Principes économiques de la culture améliorante.** Maison Rustique, Paris, 341 p.
- MANICHON H., SEBILLOTTE M. (1975). — Analyse et prévision des conséquences des passages successifs de différents outils sur le profil cultural. Bull. Techn. d'Inform., Minist. Agricult., Paris, (302-303).
- MEYNARD J.M. (1985). — **Construction d'itinéraires techniques pour la conduite du blé d'hiver.** Thèse Doct. Ing. INA PG, 297 p.
- MEYNARD J.M. (1991). — Pesticides et itinéraires techniques. A paraître INRA.
- MEYNARD J.M., BOIFFIN J., CANEILL J., SEBILLOTTE M. (1981). — Elaboration du rendement du blé d'hiver en Champagne Crayeuse. 2. Types de réponse à la fumure azotée et application de la méthode du bilan prévisionnel. *Agron.*, 1, pp. 795-806.
- PAPY F., BOIFFIN J. (1989). — The use of farming systems for the control of runoff and erosion (Example from a given country with thalweg erosion). *Soil Technology Series 1*, CATENA-Verlag, D-3302 Cremlingen-Destedt, pp. 21-38.
- REBOUL Cl. (1977). — Déterminants sociaux de la fertilité des sols. Actes de la Recherche en Sciences Sociales, Paris, pp. 17-18 et 85-112.
- REMY J.C., HEBERT J. (1977). — Le devenir des engrais azotés dans le sol. C.R. Acad. Agric. Fr., 63, 11, pp. 700-710.
- REQUILLART V. (1984). — **Valorisation énergétique des pailles de céréales.** Pyc édition-A.F.M.E., Paris, 157 p.
- SEBILLOTTE M. (1982). — Pratiques des agriculteurs et évolution de la fertilité du milieu. Eléments pour un jugement des systèmes de culture. In N° spécial du Bull. Techn. d'Inform. **Fertilité du milieu** Ed. M. SEBILLOTTE, Paris, pp. 425-436.
- SEBILLOTTE M. (1985). — La jachère. Eléments pour une théorie. In **A travers champs. Agronomes et Géographes**, ORSTOM, Paris, pp. 175-229.
- SEBILLOTTE M. (1989). — Fertilité et système de production. Essai de problématique générale. In **Fertilité et systèmes de production**, dir. M. SEBILLOTTE, INRA, Paris, pp. 13-57.
- SEBILLOTTE M. (1990 a). — Système de culture : un concept opératoire pour les agronomes. In **Les systèmes de culture**, Ed. L. COMBE, D. PICARD. INRA, Paris, 196 p., pp. 165-196.
- SEBILLOTTE M. (1990 b). — Some concepts for analysing farming and cropping systems and for understanding their different effects. First congress European Society of Agronomy, Paris 5th-7th Dec. Proceedings, Ed. A. SCAIFE, 5000, pp. 1-16.
- SEBILLOTTE M., KELI-ZAGBAHI J., BOIFFIN J. (1989). — L'agriculteur et l'entretien organique de ses parcelles. In **Fertilité et systèmes de production.** INRA, Paris, pp. 344-359.
- SEBILLOTTE M., GODARD D. (1990). — La fertilité. Lecture agronomique de pratiques sociales. Colloque **Agriculture, Environnement et Economic Development in European History**, Milan, 6-8 avril. 41 p. à paraître dans les actes du colloque, Facoltà di Agraria, Milano.
- SEBILLOTTE M., MEYNARD J.M. (1990). — Système de culture, système d'élevage et gestion de l'azote. In **Nitrates, agriculture, eau.** International Symposium organized by INA PG. Ed. CALVET. INRA, Paris, 576 p., pp. 289-312.
- SERRES M. (1990). — **Le contrat naturel.** F. Bourin, Paris, 192 p.
- SERVOLIN Cl. (1989). — **L'agriculture moderne.** Le Seuil, Points, Paris, 320 p.
- TARDIEU F., MANICHON H. (1987). — Etat structural, enrancement et alimentation hydrique du maïs. II. Croissance et disposition spatiale du système racinaire. *Agronomie* 7, pp. 201-211.
- VALCESCHINI E. (1990). — De l'intégration à l'économie contractuelle. Vers un renouvellement de la problématique, in P. COULOMB et al. **Les agriculteurs et la politique**, Presse de la FNSP, Paris, pp. 289-293.
- VACESCHINI E. (1991). — Formes de coordination et dynamique de l'incertitude. La qualité dans le secteur des légumes transformés. Communication au Séminaire final de l'Appel d'Offres **Les changements techniques dans les industries liées à l'agriculture**, Lille, 19-20 mars, 15 p.
- WISNER Cl. (1989). — Prise en compte de la fertilité dans les décisions relatives à l'entretien organique des sols. In **Fertilité et systèmes de production** Ed. M. SEBILLOTTE, INRA, Paris, pp. 260-266.