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.

Vers des techniques agricoles fondées sur la science

Pascal BYÉ
Maria FONTE

Cahiers d'économie et sociologie rurales, n° 24-25, 1992

Pascal BYÉ*, Maria FONTE**

Towards science based agricultural technics

Key-words: *biotechnologies, knowledge, techniques, production, ecosystems*

Summary *– The use of biotechnologies is part of a more general and progressive change in the "common pool of knowledge" used to increase agro-food output. Their present development cannot therefore be separated from their ability to reinforce present knowledge and techniques. But their real potential – leading to a veritable "scientisation of farming knowledge" – can only be expressed through a redefinition of the relations between man and nature. The development of biotechnologies depends in the long term on their ability to combine the production of consumable goods and the reproduction of cultivated ecosystems.*

Vers des techniques agricoles fondées sur la science

Mots-clés:
biotechnologies, savoirs, techniques, production, écosystèmes

Résumé – Le recours aux biotechnologies participe d'abord de la modification progressive de "la base commune de savoirs" mobilisée pour accroître la production agro-alimentaire. Leur développement actuel va ainsi de pair avec leur capacité à renforcer les savoirs et les techniques en vigueur. Mais leur véritable potentialité – celle qui conduit à une véritable "scientifisation des savoirs paysans" – ne s'exprime qu'avec la redéfinition des relations de l'homme à la Nature. L'essor des biotechnologies reposerait en effet à terme sur leurs capacités à articuler la production de biens consommables et la reproduction des écosystèmes cultivés.

* *Station d'économie et sociologie rurales de l'INRA, 2, place Viala, 34060 Montpellier cedex.*

** *Dipartimento di Economia e Politica Agraria, Facolta di Agraria, via Universita, 96, 80055 Portici (Naples).*

LA remise en question des politiques qui ont encadré jusqu'alors la croissance agricole des pays développés, les exigences nouvelles en matière de gestion des ressources renouvelables, la montée du "greenisme" et du "consumerisme" conduisent bon nombre d'auteurs à s'interroger sur la rationalité des orientations technico-économiques actuelles et sur leur remplacement par d'autres modèles fondés sur l'approfondissement des connaissances en biologie. De telles approches soulèvent, de fait, un double problème : celui du renouvellement de la base des savoirs, d'une part, celui des conditions de la substitution des techniques existantes par de nouvelles techniques, de l'autre.

L'explosion des connaissances dans le domaine de la biologie, les perspectives ouvertes, notamment, par le génie génétique pour créer ou modifier le vivant apparaissent comme un des fondements de la réouverture des techniques de production. L'élargissement des connaissances autoriserait, en effet, à substituer aux principes physico-chimiques transférés du monde industriel de nouveaux paradigmes issus de la recherche scientifique (Teubal, Zuscovitch, 1990). Ce renouvellement contribuerait à réhabiliter la notion de productivité naturelle et au-delà, à reconstituer une alliance culture-nature (Busch, 1990 ; Barrau, 1990), deux références mises à mal, selon les partisans des agricultures durables (OCDE, 1991) par quelques décennies de production agro-alimentaire artificielle à outrance.

L'élimination des techniques liées à l'exploitation de la géosphère et aux exigences de la croissance fordiste serait aujourd'hui d'autant plus aisée à réaliser que ces techniques ne bénéficieraient plus du soutien des régulations sectorielles (Boyer, 1990 ; Bartoli et Boulet, 1990) qui avaient contribué à leur diffusion à grande échelle. Cela conduirait à remplacer les techniques actuelles par les techniques codifiées issues de l'approfondissement des connaissances dans le domaine des sciences du vivant. La base des savoirs ainsi redéfinie, on modifierait alors profondément les conditions de création et de perfectionnement des techniques (Perrin, 1988).

Ce diagnostic général est partagé par beaucoup. Les avis divergent, cependant, sur les causes et les modalités de réalisation de ce changement technique majeur. Pour les uns, extrapolant et amplifiant les résultats de la "Révolution verte", le changement serait exclusivement exogène, brutal, linéaire, exclusif de toute autre forme de produire. Pour les autres, la transformation des techniques serait progressive car elle exigerait, d'abord, une modification en profondeur de la base des savoirs existants : support et outil d'ajustement entre les découvertes scientifiques et les nouveaux objets techniques.

Un simple retour sur la décennie passée fait cependant apparaître l'utilisation encore limitée des biotechnologies agro-alimentaires (Buttel, 1986, Goodman, 1987) : objets hybrides, situés tantôt dans l'uni-

vers des sciences génériques tantôt dans celui des applications productives immédiates. Le décalage existant entre les promesses scientifiques et les réalités sociales confirme cette ambiguïté et plus généralement l'écart existant entre la conception des artefacts et leur fabrication (Perrin, 1992).

L'analyse à long terme souligne de son côté la continuité des techniques et des procédures itératives mises en œuvre pour leur renouvellement (Prigojine, Stengers, 1986; Sigaut, 1989*a* et1989*b*; OCDE, 1991). La substitution des objets techniques existant par des objets scientifiques nouveaux ne peut donc être immédiate et globale et ce d'autant plus que les techniques agro-alimentaires dériveraient plus des sciences évolutives, "darwiniennes" pour reprendre l'expression de Stengers (Stengers, 1991) que des sciences normatives et figées.

En conséquence, pour mieux saisir ce mouvement, impulsé par l'irruption des biotechnologies, il convient d'approfondir deux ensembles de relations: celui qui, au sein des "lots de techniques" existantes, unit savoirs agricoles, savoirs industriels et savoirs scientifiques, d'une part; celui qui existe entre innovation et environnement économique et social, de l'autre.

On montre que la combinaison des savoirs évolue dans le temps et qu'il n'y a pas, dans ce domaine particulier de la production du vivant, de rupture brutale mais plutôt une modification dans le temps de la hiérarchisation de ces savoirs. On insiste sur l'importance de la continuité et de la routine dans le changement technique. On souligne, en particulier, la permanence des pratiques agricoles et artisanales et leur intégration progressive au sein des savoirs industriels d'abord, scientifiques ensuite.

On fait l'hypothèse que la codification des savoirs agro-alimentaires serait moins le fait de leur supériorité intrinsèque sur les techniques existantes que de leur capacité à répondre à une modification en profondeur des fonctions remplies jusqu'alors par l'agriculture dans la croissance des pays industrialisés.

Complémentaires des techniques actuelles, les biotechnologies en renforceraient d'abord l'efficience pour n'apparaître substitutives qu'au moment où on réhabiliterait le concept d'agriculture durable et plus généralement l'ensemble des relation qui unissent l'homme à la nature. L'importance prise par les savoirs biologiques dans la combinatoire des techniques existantes correspondrait alors à une modification en profondeur des fonctions sociales remplies jusqu'à présent par la production agricole. Cette évolution impliquerait un changement dans les modes d'acquisition des savoirs: une véritable "scientifisation des savoirs paysans" (Benvenuti, 1990).

UNE MODIFICATION PROGRESSIVE DE LA COMBINATOIRE DES SAVOIRS

S'interroger sur la codification des savoirs paysans, c'est se situer au-delà d'un débat aussi académique que de court terme, à notre sens, qui tourne autour de l'imminence ou de l'ajournement de la "révolution biotechnologique" (Buttel, 1989; Otero, 1991), pour insister davantage sur les conditions qui conduisent à substituer à un ensemble de savoirs né de la pratique professionnelle et de l'expérience un autre ensemble de savoirs issus de l'approfondissement des connaissances scientifiques.

La "scientifisation des savoirs paysans" renvoie, par suite, à une analyse du long terme qui permet seule de mettre en lumière les relations itératives existant entre pratiques expérimentales et savoirs codifiés. On fait l'hypothèse que la transformation des savoirs empiriques d'origine agricole, artisanale ou industrielle en savoirs scientifiques, n'est pas le fruit de la supériorité *in abstracto* de ces savoirs sur les pratiques expérimentales. Elle est plutôt la résultante de l'impérieuse nécessité de redéfinir les fondements scientifiques des approches expérimentales pour répondre aux contraintes rencontrées par la généralisation des techniques industrielles (Byé et Fonte, 1991; Goodman *et al.*, 1987) dans le processus de travail agro-alimentaire.

Cette évolution se traduit par une reconnaissance croissante de la nature biologique des procédés agro-alimentaires et des savoirs qui en ont permis jusqu'alors l'expression. Elle aboutit à reconnaître à côté de la croissance obtenue par les économies d'échelle et la concentration, l'importance de l'efficience issue de la diversité et de la variété (Teubal, Zuscovitch, 1991).

Analyser la modification des hiérarchies de savoirs constitue l'objectif de cette première partie. Cela revient à insister, d'abord, sur la permanence des savoirs et des pratiques agricoles et artisanaux malgré une industrialisation incontestable des techniques agro-alimentaire. C'est, ensuite, montrer la difficulté croissante des techniques industrielles pour faire évoluer ces savoirs sans redéfinir leurs fondements scientifiques.

La permanence des savoirs et des techniques empiriques

La permanence de savoirs empiriques nés des pratiques et des métiers agricoles et alimentaires, d'une part, celle du fondement biologique des processus de production, d'autre part, continuent de marquer, malgré quelques décennies d'industrialisation, l'évolution des techniques agro-alimentaires. On en veut pour illustration, par exemple, une grande stabilité dans l'organisation de la production et de la transformation, dans la spécificité des métiers alimentaires, dans le rythme des calendriers culturaux.

Ainsi, les techniques agricoles d'origine industrielle comme la mécanisation ne font-elles souvent que reproduire les opérations effectuées manuellement tandis que l'organisation du travail reste encore largement déterminée par des contraintes naturelles et des traditions héritées des formes d'organisation sociales qui ont elles-même disparues. Et même la reproduction par le biais du "hors-sol" – serres, périmètres irrigués ou élevages intensifs – des conditions idéales de culture ou d'élevage ne fait que confirmer la permanence des relations étroites entre agriculture et nature. La modernisation des techniques de transformation agro-alimentaires n'a pas vraiment remis en cause les spécificités technico-économiques de chaque filière spécialisée (le lait et les produits laitiers, la viande et les produits carnés, le vin...). Elle n'a pas plus conduit à imposer dans toutes les étapes de la transformation des procédés physiques ou chimiques communs, qui permettraient un traitement unique de la biomasse destinée à l'alimentation.

L'adoption croissante, dans l'agro-alimentaire, de techniques exogènes à la tradition paysanne et artisanale – industrielles, hier, scientifiques aujourd'hui – confirme que les pratiques agricoles se sont longtemps développées et perfectionnées sans référence particulière aux avancées de la connaissance scientifique. Les savoir-faire agricoles et alimentaires ont le plus souvent précédé la compréhension profonde des phénomènes biologiques, et tout en les respectant, constituent encore aujourd'hui les fondements de bon nombre de techniques de transformation alimentaire (meunerie, fromagerie, salaisonnerie, etc.)

Autonomie des pratiques agricoles et des formulations scientifiques

Ce qui caractérise à l'origine les techniques agro-alimentaires, c'est la proximité, héritée de son caractère artisanal et rural, existant entre la conception de l'artefact et sa construction ou son utilisation. On peut l'illustrer en rappelant la multiplicité des modèles mécaniques issus des relations étroites existant entre l'agriculteur et le forgeron ou la variété des espèces cultivées correspondant à des formes d'organisation sociale et conduisant à une véritable symbiose entre ces espèces et les terroirs sur lesquels elles sont cultivées (Haudricourt et Hedin, 1987) et, de façon plus générale, entre la création et l'expérimentation des savoirs.

Le perfectionnement de pratiques empiriques dans la sélection animale et végétale (sélection récurrente) ou celle des méthodes de culture (cultures associées), leur adaptation à de nouvelles contraintes confirment le rôle joué par cette proximité dans le renouvellement et l'élargissement des techniques. Ce perfectionnement des pratiques productives a paru pendant longtemps peu lié à la progression de la connaissance scientifique. Cette dernière vient plus souvent valider qu'infirmer des pratiques qui évoluent plus vite qu'elles.

Il est communément admis aujourd'hui que la révolution fourragère est plutôt la résultante d'une convergence maîtrisée d'expériences (Slicher Van Bath, 1969) que la conséquence de découvertes importantes dans le domaine de la physiologie ou de la nutrition des plantes. La mise en lumière du principe de la reproduction des espèces ou de l'hérédité apparaît bien après leur utilisation pratique (Zirkle, 1969). Les controverses sur la fertilisation des sols et la nutrition des plantes qui traversent le dix-neuvième siècle ne trouvent pas leur parallèle dans la progression des pratiques agricoles (Sigaut, 1989; Mathias, 1972; Fussel, 1969) comme si les pratiques pouvaient continuer de progresser sans références particulières à la connaissance abstraite. De nombreux exemples pris dans la transformation alimentaire – en particulier dans un domaine concerné par les biotechnologies: celui des fermentations lactiques – confirment la permanence du savoir-faire malgré une progression indéniable de la formulation des principes scientifiques qui le sous-tendent.

Ce qui caractérise cette démarche à l'inverse de la démarche scientifique, c'est l'accent mis sur les effets attendus de l'introduction d'un nouvel objet technique plutôt que la recherche des causes qui justifient son introduction (Porteres, 1969-1970). On sait que cette priorité accordée au pragmatisme éloignera, du reste, la société des savants de celle des praticiens. Elle éloignera aussi, comme le souligne Barrau (1990), les sciences biologiques, physiques ou chimiques des sciences naturelles. Mais elle rapprochera, par contre, savoirs agricoles et savoirs industriels.

La révolution fourragère, en accroissant les rendements, facilitera l'augmentation du cheptel de trait et la mécanisation, stimulera les efforts dans le domaine de la sélection végétale et les exigences en matière de fertilisation et ouvrira la porte à la fertilisation chimique. L'empirisme continuera de régner dans les techniques d'élevage (Van der Ploeg, 1990) ou l'élaboration des vins (Montaigne, 1991) mais les pratiques mises au point par les praticiens aideront à faire progresser les techniques industrielles d'alimentation du bétail ou de filtration des liquides.

Permanence des paradigmes biologiques et adaptation des techniques industrielles

Le développement des techniques endogènes a été longtemps le moyen exclusif de valoriser la productivité des écosystèmes naturels et d'en assurer la reproduction. Leur remplacement progressif par des techniques exogènes à la sphère agro-alimentaire n'a pas résolu pour autant les problèmes de complexité et de variété attachés au fonctionnement des systèmes biologiques.

La rationalisation des procédés et l'apport de facteurs de production extérieurs – énergétiques, professionnels ou financiers – ont surtout

contribué à simplifier l'utilisation des facteurs de production naturels (la terre, l'eau, les espèces végétales et animales...) et à réduire la gamme de produits issus de l'exploitation de la nature sans jamais faire vraiment disparaître les paradigmes biologiques fondamentaux. Pour reprendre les termes d'un débat antérieur (Mann et Dickinson, 1978; Goodman *et al.*, 1978), l'industrialisation a plus modifié le procès de travail qu'il n'a modifié le processus de production agricole lui-même.

L'industrialisation croissante des techniques agro-alimentaires est bien allée de pair avec une spécialisation des écosystèmes et des facteurs de production naturels mais elle est aussi allée de pair avec une réduction sensible des besoins satisfaits par la culture de la nature elle-même (Busch, 1987) : besoins énergétiques, thérapeutiques, ludiques, magiques ou artisanaux diminuant au bénéfice grandissant des seuls besoins alimentaires.

La transformation d'un système multifacteur et polyvalent en un ensemble monofonctionnel axé sur la seule production alimentaire n'a pu cependant se réaliser sans un nombre considérable d'ajustements. Ces ajustements ont deux origines: les pratiques agricoles et artisanales, d'une part, l'élargissement des techniques d'origine industrielle (Byé *et al.*, 1990), de l'autre.

On considère alors, d'un côté, que le perfectionnement de la mécanisation en agriculture est toujours largement fondé sur le rôle d'expérimentateur joué par les utilisateurs (Lacroix, 1984) ou que la concentration économique dans l'agriculture ou dans l'alimentation (Galliano, 1992) ne remet pas vraiment en cause une certaine routine technique liée à l'existence de savoir-faire.

On admet aussi de l'autre que l'amplification du mouvement d'industrialisation dans l'agriculture repose sur un transfert élargi de connaissances issues de pratiques industrielles mises au point dans d'autres secteurs (chimiques, électroniques, biochimiques, pharmaceutiques...) mais avec d'autres finalités que les finalités agro-alimentaires.

Les savoirs agricoles et artisanaux qui jouent à l'origine un rôle d'adaptation entre différentes logiques productives – logique de reproduction dans l'univers biologique, logique de production élargie dans l'univers industriel – vont toutefois voir leur rôle s'estomper avec le développement de la production et de la consommation de masse au bénéfice des transferts de savoirs inter-industriels.

Développement, enrichissement et érosion des savoirs industriels

La diffusion à grande échelle des techniques industrielles semble affranchir la production agroalimentaire des contraintes de la biosphère. Ces techniques se développent en partie parce qu'elles bénéficient des

apports du taylorisme et des industries (industries mécaniques, chimiques et pétrochimiques) qui les mettent en pratique; en partie parce qu'elles bénéficient d'externalités institutionnelles et organisationnelles; en partie, enfin, parce qu'elles n'assurent plus de période en période la reproduction des écosystèmes naturels.

Avec la disparition des agriculteurs ou leur acculturation, les techniques industrielles vont perdre en complexité ce qu'elles gagnent en efficacité comme si les avantages retirés des économies d'échelle venaient compenser les inconvénients dus à la perte des économies de compétence. Ultérieurement, cependant, elles produiront, initialement sur une base endogène, les savoirs susceptibles de maîtriser la complexité biologique.

Simplification des paradigmes biologiques et développement des savoirs industriels

L'existence d'une forte demande pour les produits alimentaires, d'une part, le libre accès à certains facteurs de production issus de la biosphère (énergie, terres cultivables, eau, variétés des espèces...), d'autre part, ont accéléré la transposition, dans le domaine agro-alimentaire, de savoirs et de pratiques mis au point pour d'autres productions industrielles. Ce transfert a été source d'une profonde modification de la base de savoirs existante. Intégrés, à l'origine, savoirs agricoles et savoirs industriels se sont progressivement distanciés au fur et à mesure que s'accélerait le transfert d'objets techniques – en particulier de biens de capital – de l'industrie vers l'agriculture au point d'accréditer la thèse selon laquelle il y aurait substitution totale des unes par les autres.

Les débats sur ce thème qui ont, il y a quelque vingt ans, traversé la communauté scientifique sur le caractère inéluctable d'une industrialisation totale des techniques agro-alimentaires (McMichael, 1992), ne sont pas sans rappeler, du reste, ceux qui concernent aujourd'hui celui consacré à l'irruption des biotechnologies dans la sphère productive. Pour les uns, l'industrialisation des techniques agro-alimentaires se limiterait aux capacités d'absorption par la classe paysanne d'objets n'appartenant pas à sa culture et ne respectant pas les contraintes biologiques. Pour les autres, au contraire, le transfert irait jusqu'au remplacement total des savoirs et des pratiques d'origine par de nouvelles cultures et formes d'organisation.

Avec du recul, il semble bien que les techniques d'origine industrielle soient progressivement arrivées à induire – dans un contexte social et politique favorable et pour certaines grandes productions végétales en particulier – par le biais des principes physico-chimiques, les principes tayloriens en vigueur dans la grande industrie. Les principes physico-chimiques se sont ainsi progressivement substitués aux modes de fonction-

nement biologiques, réduisant leur complexité à un ensemble d'opérations simples mais articulées entre elles.

Les économies d'échelle dues à la concentration et à la spécialisation, la réalisation d'externalités semblent avoir permis, dans un premier temps, le développement de l'industrialisation des techniques agricoles sans recourir à des connaissances scientifiques nouvelles. La motorisation lourde – à la différence de la mécanisation agricole – apparaît ainsi a posteriori comme un simple transfert de techniques mises au point dans l'industrie des transports ou des travaux publics; l'expansion de l'industrie des engrais azotés ou celle des premières générations de produits phytosanitaires, comme un prolongement naturel de l'activité des industries pétrolières et chimiques dopées par les économies de guerre et les années de forte croissance économique.

Le succès de cette transposition des savoirs industriels dans la sphère agro-alimentaire, fortement soutenue par la recherche publique, c'est d'avoir, en définitive, su simplifier puis intégrer les paradigmes biologiques dans un maillage organisationnel marqué par la verticalité et la spécialisation.

Erosion et enrichissement des savoirs industriels

Les difficultés rencontrées dans l'élargissement de ce transfert mimétique des techniques tiennent à l'incapacité grandissante des systèmes tayloristes et fordistes à gérer la complexité des organismes vivants. Elles tiennent aussi à un changement culturel profond dans l'utilisation et la gestion des ressources renouvelables. Ces difficultés favorisent, dans un premier temps, un enrichissement des savoirs industriels sur une base essentiellement endogène. Elles incitent, dans un deuxième temps, à approfondir les fondements scientifiques des modèles techniques pour répondre notamment aux nouvelles contraintes sociales. La "technisation" de la science (Prades, 1992) précède, par conséquent, la codification des techniques.

Une science plus technique

La complexité croissante des modèles techniques trouve son origine dans le recours grandissant à de nouvelles techniques transférées de l'industrie vers l'agriculture: techniques phytosanitaires ou vetérinaires, techniques électroniques ou informatiques, techniques de gestion ou d'aide à la décision. Ce transfert, destiné à améliorer les performances ou à compenser la perte de savoir-faire, accentue, toutefois, l'hétérogénéité des techniques mobilisées pour la production agricole, car aucune des nouvelles techniques n'élimine d'emblée le recours aux techniques précédentes. Les connaissances scientifiques vont, dans un premier temps, sur-

tout être mobilisées pour faciliter l'intégration des techniques entre elles plus que pour s'y substituer. C'est ce parcours qu'illustre, par exemple, la réintroduction dans les modèles mécaniques des produits ou des savoir-faire biologiques qu'ils avaient fait initialement disparaître pour pouvoir se développer. Plus généralement, l'enrichissement des gammes variétales, les investissements consentis pour la conservation des espèces animales ou végétales, l'intérêt manifesté pour la défense des patrimoines culturels et techniques sont autant d'illustrations de la nécessité de compenser les effets du rétrécissement de la base commune des savoirs. C'est du reste par le biais de la compensation ou de la complémentarité que se diffuseront d'abord les biotechnologies.

La base de savoirs industriels s'enrichit par la suite en intégrant par proximité des savoirs d'origine scientifique mais largement façonnés par les pratiques industrielles. Savoirs malherbologiques ou pathologiques, pour les produits de la chimie fine, qui viendront s'intégrer dans le lot des techniques mécaniques existant pour en faciliter le fonctionnement. Savoirs biochimiques qui viendront faciliter les problèmes d'intensification des cultures et d'industrialisation des élevages en améliorant la prophylaxie, la lutte contre les maladies, l'alimentation des plantes et des animaux. Savoirs de gestion de la diversité au travers des modules électroniques et des logiciels intégrés dans des machines et des équipements.

L'ensemble de ces savoirs, des plus génériques aux plus appliqués, est davantage sollicité pour articuler, renforcer, généraliser des techniques nées dans l'industrie que pour créer de nouvelles alternatives à ces techniques mais il s'agit plus de dominer la nature que d'en utiliser la dynamique propre.

Des techniques plus scientifiques

Les savoirs susceptibles d'articuler les techniques existantes entre elles et ceux destinés à recréer des outils destinés à mieux gérer la complexité des systèmes "vivants "ne relèvent pas des même réalités et finalités sociales. Les premiers se réfèrent implicitement à la poursuite du mouvement d'artificialisation et de perfectionnement des techniques industrielles; les seconds visent à redéfinir les bases du savoir pour redévelopper de nouvelles techniques. Cette divergence d'approches n'apparaît pas par hasard. Elle se développe notamment avec la redéfinition des systèmes de prix. Elle s'amplifie avec les restructurations et mutations industrielles. Elle se généraliserait avec la réorientation des régimes de croissance (Mounier, 1991) des agricultures industrielles et la modification des références culturelles qui lient l'homme à la nature (Byé et Fonte, 1991).

La diminution régulière des prix agricoles destinée à mieux contrôler l'évolution de l'offre agricole révèle l'existence de "verrous" technico-éco-

nomiques dans les modèles les plus productivistes . Plus généralement, les évolutions en matière de prix remettent en cause les approches techniques retenues jusqu'alors. Dans ces conditions, la motorisation connaît moins des limites techniques (la complexité croissante de chaque machine venant petit à petit à bout de la complexité de chaque opération et la conception de nouvelles machines pouvant répondre aux nouvelles exigences culturales) que des contraintes économiques liées à une accumulation excessive du capital technique. Les investissements directs – achats de nouvelles machines – et induits – achats de terre, utilisation de travail salarié – deviennent démesurés par rapport aux bénéfices qu'ils procurent. L'obsolescence des machines accentue les phénomènes précédents.

L'émergence d'une bio-industrie dans l'amont agro-alimentaire, différente dans son fonctionnement et dans ses finalités des industries qui ont, jusqu'alors, modifié les techniques, transforme le rôle joué par les savoirs scientifiques. Ces savoirs ne sont plus automatiquement intégrés aux techniques existantes. Ils peuvent fonder au contraire des techniques alternatives, voire concurrentes, et ce d'autant plus que les nouvelles connaissances ne sont plus aussi aisément accessibles, reproductibles ou assimilables par les industries existantes et favorisent la création de nouveaux objets marchands.

L'approfondissement des connaissances biologiques devient alors un moyen de scinder le processus de "création-expérimentation" et de renforcer l'appropriation. Cela remet en cause les procédés itératifs mis en œuvre jusqu'alors pour faire évoluer les techniques et accrédite l'idée selon laquelle la création de nouveaux savoirs prime dans le renouvellement des techniques sur le perfectionnement des savoir-faire.

VERS DES MODÈLES TECHNIQUES FONDÉS SUR LA SCIENCE

La constitution d'une nouvelle combinatoire de savoirs dans la sphère agroalimentaire n'est cependant pas le produit des seules transformations structurelles dérivant d'une croissance délibérement intensive et forte consommatrice de capital. Elle pourrait, par contre, être la résultante d'une inflexion majeure dans la représentation culturelle de la nature.

La codification des savoirs correspond à une double transformation: celle qui lie les savoirs à la technique, d'une part, celle qui lie les savoirs à leurs fonctions sociales, de l'autre. Ces transformations vont progressivement remettre en cause les fondements scientifiques des modèles techniques en vigueur. L'introduction de connaissances nouvelles se justifiera moins pour assurer la production immédiate de matières consommables que pour garantir de période en période la reproduction de la nature et des écosystèmes agricoles.

En amont de la production agro-alimentaire, cette conception de la gestion des ressources non renouvelables conduit à une remise en cause des techniques industrielles fondées sur l'utilisation de la géosphère. Une telle conception trouve sa validation économique dans l'extension de la notion de bien public aux ressources naturelles et dans l'obligation de considérer les coûts induits par la dégradation de l'environnement. En aval, la montée du "consumerisme" révèle progressivement un changement du statut de l'aliment. Celui-ci perd ses caractères de produit exclusivement énergétique (Pelman, 1991) pour répondre, comme il l'était à l'origine, à des fonctions plus complexes: curative, ludique, éthique, sécuritaire (cf. J. Wilkinson dans ce même numéro; Watson, 1989).

La qualité alimentaire ne peut, par exemple, être réduite aux seuls critères toxicologiques, physiques ou chimiques portant sur le produit lui-même et souvent dérivés de la mise en œuvre de stratégies industrielles ou commerciales. Elle implique, par contre, que soit pris en considération non pas uniquement le produit mais bien le procédé ou l'origine de l'aliment. Cela favorise les approches systémiques au détriment des approches fonctionnelles (Verrips, 1992).

La modification des exigences en amont et en aval de l'agro-alimentaire ne s'exprime pas, cependant, de façon uniforme et immédiate. Elle ne se traduit pas par une modification brutale de la base de savoirs mais, au contraire, par une substitution "rampante" des pratiques actuelles. L'adoption d'une nouvelle base commune de savoirs ne se réalise, en effet, qu'autant elle respecte initialement les savoirs et les techniques existantes (Hendry, 1987). Si les biotechnologies semblent constituer la voie privilégiée de la codification des savoirs, c'est qu'elles intègrent les apports des sciences de la vie et ceux des techniques du vivant. Dans leur dimension technologique, elles peuvent assimiler les contraintes économiques et réglementaires liées à la réorientation des politiques agricoles. Dans leur dimension scientifique, elles peuvent être à la base de nouveaux modèles de gestion des écosystèmes naturels. Elles constitueraient, à condition que soient clairement définies de nouvelles fonctions pour l'agriculture, l'alimentation, la santé ou l'environnement, le pivot autour duquel se construirait un nouvel éventail de techniques.

Les biotechnologies comme mécanisme d'adaptation

Les options techniques initialement adoptées pour accroître la production et la productivité agro-alimentaire semblent se heurter aujourd'hui à deux obstacles majeurs: une baisse généralisée des prix des produits agricoles, un renforcement des exigences en matière de qualité et de protection de l'environnement.

En redéfinissant, à l'aide de nouvelles normes ou de nouveaux prix, les conditions d'accès aux ressources naturelles (eau, air, ressources géné-

tiques...) ou d'utilisation de l'environnement (mesures anti-pollution, dégradation des écosystèmes, appauvrissement des patrimoines génétiques), le législateur condamne à terme certaines pratiques productives, fortes consommatrices de ressources non renouvelables. Le même législateur ne fait pas autre chose en renforçant les normes sanitaires, toxicologiques ou anti-pollution.

Grandes consommatrices de facteurs de production issus de la géosphère (énergie, eau, lumière...), conçues davantage pour la production de masse que pour une production diversifiée sous contrainte, les techniques mécaniques et chimiques apparaissent alors mal adaptées à un contexte où le contrôle de l'offre l'emporte progressivement sur les accroissements immédiats de la production; où le concept de nourriture déplace celui d'aliment, (cf. G. Junne dans ce même numéro); où la préoccupation de produire se combine avec le souci d'assurer de période en période la reproduction des écosystèmes cultivables.

Le recours aux biotechnologies s'impose parce qu'il répond successivement à ces exigences sans remettre en cause, dans un premier temps, les finalités sociales, les organisations productives et les cultures existantes. Les biotechnologies ne constituent pas d'emblée une alternative technique. Leur usage s'inscrit au contraire dans une continuité technicienne qui, en se greffant sur les pratiques et les savoirs actuels, correspond aux exigences immédiates de la productivité.

Biotechnologies et continuité technicienne

Le recours aux biotechnologies vise d'abord à améliorer les performances et la fiabilité des techniques actuelles en réduisant, en particulier, les discontinuités apparues entre techniques de la géosphère et techniques de la biosphère. Ce recours s'inscrit donc, très naturellement, dans une certaine routine qui ne fait souvent que systématiser des pratiques empiriques en vigueur dans les productions agricoles (sélection animale et végétale, cultures associées, opérations culturales...) et alimentaires (fermentation, conservation, bioconversion) maîtrisées. La formulation savante des pratiques ou l'amélioration des procédés s'inscrit dans une continuité technicienne où l'immatériel né de la science remplace l'immatériel issu du savoir-faire.

Les difficultés rencontrées pour généraliser l'usage de la mécanisation et de la chimie lourde dans la production agro-alimentaire tiennent beaucoup au fait qu'il est difficile d'enfermer dans un modèle unique et cohérent des paramètres complexes qui relèvent de dynamiques différentes. Il existe, ainsi, une forte opposition entre la conception productive en vigueur dans la grande agriculture, spécialisée dans la production de "commodités" et dominée par la mécanisation industrielle, et celle

existant encore dans le monde agroalimentaire fortement teintée d'empirisme et de savoir-faire artisanaux.

Dans la première sphère productive, il s'agit d'abord de décomposer le procédé de production en opérations simples pour mieux le maîtriser, dans la seconde, il s'agit encore de maîtriser un ensemble d'opérations complexes dont on ne perçoit pas toujours les fondements opératoires mais dont on s'efforce de respecter la logique interne. Ces pratiques productives s'opposent: réductionnistes et mécanistes, d'un côté, complexes et volontairement diversifiées, de l'autre.

La supériorité des biotechnologies sur les autres techniques tient d'abord au fait qu'elles paraissent capables de réduire les discontinuités techniques au moindre coût tout en améliorant la productivité et la fiabilité générales des processus productifs. Elles réalisent cet objectif général de transformation d'une agriculture de capital en agriculture de connaissances en combinant les apports des techniques industrielles et celles des pratiques empiriques.

Ainsi, l'utilisation de l'hormone de croissance bovine ou la production d'acides aminés viennent-elles plus appuyer l'ensemble des techniques destinées à intensifier la production laitière que les remettre en cause. De même, le recours aux tests de grossesse bovine pallie-t-il d'abord la perte des savoirs des éleveurs bovins, ou l'utilisation des "kits de diagnostics" pour la production fromagère celle des responsables de fabrication et l'utilisation des biospesticides s'inscrit-elle en droite ligne de la tradition chimique dans une industrie phytosanitaire qui conserve sa routine et ses orientations productives (Byé *et alii*, 1990). Les biotechnologies semblent assurer en définitive une continuité dans la gestion des savoirs hérités de l'industrialisation des techniques agro-alimentaires.

Biotechnologies et appropriation des savoirs

Le recours grandissant aux biotechnologies dans les processus de production transforme cependant les itinéraires utilisés jusqu'alors pour perfectionner les techniques agro-alimentaires. Si à l'origine les biotechnologies ne sont qu'une copie "savante" et intégrée d'une pratique empirique – comme celles utilisées, par exemple, dans les techniques de fermentation ou pour la sélection ou la conservation des espèces – elles constituent, par la suite, des ensembles cohérents de savoirs, difficilement divisibles et, par suite, intégrables à la base de savoir existante.

Ce sont précisément ces particularités qui les rendent appropriables et commercialisables, modifiant par là-même l'essence de la constitution, de la transmission et de l'enrichissement de la base commune des savoirs agro-alimentaires (Darré, 1985).

Berlan (1983), Ducos, Joly (1987), Kloppenburg (1988) ont amplement analysé ce phénomène dans le cas des semences en montrant comment la création des hybrides de maïs et plus généralement des nouvelles semences voit les paysans dépossédés de leurs capacités de reproduire et de contrôler l'évolution des patrimoines végétaux.

Mais le phénomène est plus général. Il touche, par exemple, les industries de transformation, où ce qui constituaient des auxiliaires de fabrication comme les levures ou les ferments – parce qu'ils étaient intégrés à des pratiques de fabrication traditionnelles – deviennent des produits stratégiques qui constituent le pivot autour duquel se bâtissent de nouveaux procédés. Transférées de l'industrie alimentaire à l'industrie pharmaceutique, la conception et la fabrication de tels auxiliaires témoigne d'un déplacement profond dans l'origine de la reproduction des savoirs.

De la même façon, l'accent mis sur la définition scientifique des processus de fabrication, destinée à l'origine à protéger les fabricants de la contrefaçon – cas de l'industrie fromagère ou brassicole, par exemple –, conduit-il, de proche en proche, à modifier les processus de fabrication puis à dissocier la conception de la technique de son utilisation quotidienne.

De science "darwinienne", apte à expliquer ou comprendre un ensemble de phénomènes liés, la biologie devient expérimentale et principalement utilisée pour reproduire dans des conditions données un processus ou un objet précis. Le perfectionnement de l'instrumentation biologique devient un outil essentiel de l'appropriation. Les techniques de micro-propagation ou de reproduction in vitro s'inscrivaient, déjà, dans une logique industrielle où le produit vivant pouvait être produit et reproduit en dehors des contraintes des milieux naturels, en recourant aux formes d'organisation du travail industriel. Mais elles pouvaient être rapidement assimilées par les acteurs traditionnels de l'amélioration et de la reproduction des plantes. La généralisation des techniques d'identification et de recombinaison des patrimoines génétiques éloignent par contre considérablement les praticiens de l'accès à ce nouveau capital de connaissances. Elle contribue, avant la création de nouvelles techniques, à l'apparition de nouveaux acteurs dans la sphère agro-alimentaire.

Les conséquences induites par ces évolutions sont considérables. Les savoirs abstraits deviennent la propriété des experts ou de ceux qui les contrôlent. Ces savoirs sont codifiés en formules que l'on peut qualifier de substrat inorganique des savoirs utilisés. Les savoirs empiriques perdent leur référence directe au fonctionnement de l'écosystème au bénéfice de relations avec des objets (méristèmes, tissus...) scientifiquement constitués.

On ne peut donc dès lors assimiler l'avenir des biotechnologies à leur seule technicité ou encore les réduire à leurs capacités à décomposer puis

recomposer les patrimoines génétiques pour produire des plantes ou des animaux " sur mesure" (Joly, 1990). On retomberait dans un industrialisme de circonstance qui les éloignerait de leur dimension scientifique: celle qui les porte à comprendre puis à utiliser la productivité des écosystèmes naturels pour répondre éventuellement aux nouvelles exigences sociales en matière de santé, de sécurité ou d'environnement.

Réhabiliter le concept de productivité naturelle pour promouvoir les biotechnologies

Au-delà, en effet, de la résorption des discontinuités techniques ou de l'accroissement immédiat des performances, c'est plutôt dans leurs capacités à s'insérer dans la dynamique de fonctionnement des écosystèmes naturels que les biotechnologies peuvent être appelées à exprimer pleinement leurs aptitudes. Il s'agirait moins d'une finalité productive immédiate que de formuler de nouveaux paradigmes susceptibles de réouvrir un éventail de techniques destinées avant tout à reproduire de période en période les conditions naturelles de production. Cette évolution les porterait à intégrer la gestion de la culture et la gestion de la nature (Bush, 1987), à répondre en ce sens aux nouveaux besoins des sociétés postfordistes (cf. Junne *idem*) à l'égard de la gestion des écosystèmes cultivés.

Le transfert des techniques d'origine industrielle, s'il a répondu aux exigences croissantes de la consommation de masse, s'est développé sans assurer les coûts de reproduction des écosystèmes cultivés. On le constate, par exemple, aujourd'hui en mesurant l'impact négatif exercé par l'intensification des cultures sur les patrimoines naturels (eau, sol, climat...) et génétique (Dupont, 1992).

Au-delà des mesures réglementaires immédiates destinées à maîtriser l'évolution de ces externalités négatives (Conway, 1991), il s'agit aujourd'hui, semble-t-il, de repenser le développement agricole.et les sciences qui s'y référent pour définir une nouvelle science de la "gestion de l'habitat" (Delucchi, 1989) ou de "l'agro-écologie"(Altieri, 1987) qui valorise les interactions entre système agronomique et système naturel.

Cette démarche conduit – comme le soulignent notamment les travaux du National Research Council (NRC, 1987) – à de nouvelles formes d'articulation entre les systèmes de connaissances empiriques locaux et les systèmes de connaissances abstraits allant jusqu'à restructurer l'activité de formalisation. De normatives, les nouvelles techniques deviendraient alors "simulatives" dans la mesure où elles s'attacheraient d'abord à comprendre les conditions de fonctionnement des écosystèmes – notamment afin d'empêcher que l'intervention humaine n'ait des conséquences négatives ou destructives sur la régulation de l'écosystème

– avant de poser les fondements de nouvelles techniques destinées à promouvoir une agriculture durable.

Ce retour à la connaissance générique modifierait sensiblement les orientations retenues jusqu'alors dans l'utilisation courante des biotechnologies. La primauté accordée à la science sur la technique inciterait à terme à créer de nouveaux systèmes productifs. Dans l'immédiat, elle modifierait profondément les procédures de transformation des savoirs en techniques. Ainsi, les transferts mimétiques de techniques de l'industrie vers l'agriculture diminueraient-ils au bénéfice d'un resserrement des relations entre scientifiques, d'une part, entre scientifiques et praticiens, de l'autre. Paradoxalement, les savoirs agricoles faits d'empirismes et d'expériences pourraient jouer alors un rôle restructurant dans le foisonnement des savoirs dus à l'approfondissement des connaissances biologiques et au développement de l'instrumentation.

Ce renversement dans la hiérarchisation des savoirs ne serait effectif, cependant, que sous trois conditions:

– une autonomisation d'un pôle industriel en amont et en aval de l'agriculture, susceptible de promouvoir et de diffuser des techniques de production substitutives des techniques utilisées jusqu'alors dans la production de masse;

– un rapprochement réel entre les méthodes et les techniques utilisées pour la production agroalimentaire et celles à mettre en œuvre pour assurer la gestion des écosystèmes naturels;

– une volonté politique et sociale surtout, tendant aussi bien à diversifier et à élargir les produits ou les usages de la nature qu'à assurer de période en période sa reproduction.

BIBLIOGRAPHIE

ALTIERI (M.), 1987 — *Agroecology: The Scientific Basis of Alternative Agriculture*, Boulder, (Colorado), Westview Press.

BARRAU (J.), 1990 — Les hommes dans la nature. Histoire des mœurs, *in:* POIRIER (J.) (ed.), *Encyclopédie de la Pléiade*, vol. 1, Paris, Gallimard, pp. 9-58.

BARTOLI (P.) et BOULET (D.), 1990 — Conditions d'une approche en terme de régulation sectorielle. Le cas de la sphère viticole, *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, n° 17, pp. 7-38.

BENVENUTI (B.), 1990 — Formalisation and erosion of family-farm advantages, or else, beyond mechanism and voluntarism, XIVe Congrès de sociologie rurale, Giessen.

BERLAN (J.-P.), 1983 — L'industrie des semences: économie et politique, *Economie Rurale*, n° 158.

BOYER (R.), 1990 — Les problématiques de la régulation face aux spécificités sectorielles, *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, n° 17, pp. 39-78.

BRANDENBURG (D.J.), 1969 — Commentary on Eighteen-Century British Agriculture, *Agricultural History*, vol. XLIII, n° 1, pp. 19-25.

BUTTEL (F.H.), 1986 — Biotechnology and Agricultural Research Policy: Emergent Issues, *in:* DEHLBERG (K.A.) (ed.), *New Direction for Agriculture and Agricultural Research: Neglected Dimensions and Emerging Alternatives,* Totowa (New Jersey), Rowan & Allanheld, pp. 311-347.

BUTTEL (F.H.), 1989 — Social Science Research on Biotechnology and Agriculture. A Critique, *The Rural Sociologist*, pp. 5-15.

BUSCH (L.) et LACY (W.B.), 1987 — *Science, Agriculture and the Politics of Research*, Boulder (Colorado), Westview Press.

BYÉ (P.) et FONTE (M.), 1991 — Technical Change in Agriculture and New Functions for Rural Space in Europe, American Sociological Association, 36e congrès annuel, Cincinnati (Ohio).

BYÉ (P.), FREY (J.-P.), MONATERI (J.-C.), 1990 — L'innovation sous le contrôle industriel, VIIe Congrès mondial de sociologie, Madrid.

CONWAY (A.G.), 1991 — Fonction des instruments économiques pour la réconciliation des politiques agricoles et environnementales suivant le principe pollueur-payeur, *Economie Rurale*, n° 205, pp. 44-51.

DARRÉ (J.-P.), 1990 — *La parole et la technique*, Paris, L'Harmattan.

DELUCCHI (V.), 1989 — Il paradigma ecologico nella protezione integrata delle colture, *Phytophaga*, 3 (1985-89), pp. 1-20.

DUCOS (C.) et JOLY (P.-B.), 1987 — Innovation et concurrence: l'industrie des semences face aux biotechnologies, thèse d'économie, Université de Toulouse I, Toulouse.

DUPONT (P.), 1992 — Le patrimoine naturel a un prix, *in: Libération*, 19/02.

FUSSEL (G.E.), 1969 — Science and Practice in Eighteen-Century British Agriculture, *Agricultural History*, vol. XLIII, n° 1, pp. 1-18.

GALLIANO (D.), 1992 — La prédominance des groupes dans l'agro-alimentaire français, *INRA Sciences Sociales*, n° 1.

GOODMAN (D.), SORY (B.), WILKINSON (J.), 1987 — *From Farming to Biotechnology*, Oxford, Basil Blackwell.

HARLAN (J.R.), 1987 — *Les plantes cultivées et l'homme*, Paris, Presses Universitaires de France.

HAUDRICOURT (A.-G.) et DIBIÉ (P.), 1987 — *Les pieds sur terre*, Paris, Métaillé.

HAUDRICOURT (A.-G.) et HÉDIN (L.), 1987 — *L'homme et les plantes cultivées*, Paris, Métaillé.

HENDRY (P.), 1987 — Research on Farming Systems Offers New Perspectives, *Ceres*, vol. 20, n° 6, pp. 13-15.

JOLY (P.-B.), 1990 — Dynamique des biotechnologies végétales et stratégie de R&D, QAP-Decision, séminaire Precepta Rhône-Alpes, Lyon.

KLOPPENBURG (J.) Jr., 1991 — Social Theory and the De/Reconstruction of Agricultural Science, Local Knowledge for an Alternative Agriculture, *Rural Sociology*, 56 (4), pp. 519-548.

KLOPPENBURG (J.) Jr., 1988 — *First the Seed, The Political Economy of Plant Biotechnology*, 1492-2000, New-York, Cambridge University Press.

LACROIX (A.), 1984 — Transformation du procès de travail agricole. Incidences de l'industrialisation sur les conditions de travail paysannes, Grenoble, INRA.

LATOUR (B.), 1991 — *Nous n'avons jamais été modernes, Essai d'anthropologie symétrique*, Paris, La Découverte.

MCMICHAEL (Ph.) (ed.) (à paraître) — *Agricultural and Food System Restructuring in the Late Twentieth Century*, New York, Cornell University Press.

MANN (S.A.) et DICKINSON (J.M.), 1978 — Obstacles to the Development of a Capitalist Agriculture, *Journal of Peasant Studies*, vol. 5, pp. 466-481.

MATHIAS (P.) (ed.), 1972 — *Science and Society, 1600-1900*, Cambridge, Cambridge University Press.

MONTAIGNE (E.), 1991 — Les techniques à membranes en oenologie: une approche évolutionniste, Séminaire "Les changements techniques dans les industries liées à l'agriculture", Lille.

MOUNIER (A.), 1991 — Pour une recherche agronomique organique, *Bulletin Agronomique Antilles Guyane*, n° spécial, pp. 12-23.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 1989 — *Alternative Agriculture*, Washington DC, National Academy Press.

OCDE, 1991 — *La technologie dans un monde en évolution*, Paris.

OCDE-TEP, 1991 — *Technology and Productivity. The Challenge for Economic Policy*, Paris.

OTERO (G.), 1991 — The Coming Revolution of Biotechnology: a Critique of Buttel, *Sociological Forum*, vol. 6, n° 3, pp. 551-565.

PELMAN (S.), 1991 — Une évaluation de l'importance des marchés non alimentaires pour les produits agricoles, *Economie Rurale*, n° 205, pp. 28-34.

PERRIN (J.), 1988 — *Comment naissent les techniques*, Paris, Publisud.

PERRIN (J.), 1992 — L'historicité de la technique, *in:* PRADES, 1992.

PORTERES (R.), 1969-70 — Cours d'Ethno-Botanique et Ethno-Zoologie, vol. 1, Paris, Muséum national d'histoire naturelle, laboratoire d'Ethno-Botanique et d'Ethno-Zoologie.

PRADES (J.) (ed.), 1992 — *La Technoscience. Les fractures des discours*, L'Harmattan, Logiques Sociales.

PRIGOGINE (I.) et STENGERS (I.), 1986 — *La nouvelle alliance. Métamorphoses de la science*, Paris, Gallimard.

SIGAUT (F.), 1989 — L'innovation mécanique en agriculture. Essai d'une analyse historique comparative, *Les Cahiers de la Recherche-Développement*, n° 21, pp. 1-8.

SLICHER VAN BATH (B.H.), 1969 — Eighteen-Century Agriculture on the Continent of Europe: Evolution or Revolution?, *Agricultural History*, vol. XLIII, pp. 169-186.

STENGER (I.) et SCHANGER (J.), 1991 — *Les concepts scientifiques; Invention et pouvoir*, Paris, Gallimard, Folio essais.

TEUBAL (M.) et ZUSCOVITCH (E.), 1991 — Demand Revealing and Knowledge Differentiation through Network Evolution, Industrial Development Policy Group, The Jerusalem Institute for Israel Studies, Jerusalem.

VAN DER PLOEG (J.), 1990 — Lo sviluppo tecnologico in agricoltura: il caso della zootecnica, Bologna, Il Mulino.

VERRIPS (C.T.), 1991 — Biotechnology to meet the Consumer Demands for High Quality Natural Food Products, *Agro-Industry Hi-Tech*, n° 6, pp. 37-41.

WATSON (R.A.), 1969 — *Man and Nature, an Anthropological Essay in Human Ecology*, New York, Harcourt, Brace and World.

ZIRKLE (R.), 1969 — Plant Hybridation and Plant Breeding in Eighteenth-Century American Agriculture, *Agricultural History*, vol. XLIII, pp. 25-38.