

## Économie de l'eau et élevage. Vers un choix plus régionalisé des espèces fourragères ?

Jacques Gilibert

### La gestion de l'eau

Depuis toujours, la gestion de l'eau est une activité essentielle des sociétés. Depuis environ un siècle en France, la maîtrise de l'eau a pris des proportions considérables, à la mesure des moyens techniques et des besoins croissants d'une population de plus en plus nombreuse, riche et exigeante : retenues d'eau les plus diverses, hydro-électricité, contrôle des crues, navigabilité, irrigation, fourniture d'eau aux industries et aux particuliers, assèchements, assainissement et drainage etc. Si l'aspect qualitatif de cette maîtrise de l'eau est devenu problématique depuis déjà quelques décennies, l'aspect quantitatif avait, jusqu'à présent, été envisagé avec sérénité.

### Une question d'actualité

Les trois années de sécheresse marquée (1989-90-91) succédant à 1976 et à plusieurs sécheresses plus localisées (1985-86-87) ont fait passer le sujet d'un cercle restreint de spécialistes à l'ensemble du corps social : États généraux de l'eau en 1990 ; Loi sur l'eau en 1991-92 ; colloques « Agronomie et Environnement en Grand Ouest » (novembre 1991), « Grands Fleuves » (1992) ; révision des normes européennes de potabilité de l'eau ; etc.

A l'échelon national, l'augmentation de la consommation est une « tendance lourde ». Les disponibilités sont excédentaires en hiver et déficitaires en été.

J. Gilibert : INRA, Systèmes Agraires et Développement, Route de Saint-Cyr, 78000 Versailles, France.

A problème simple, solution simple : jusqu'à présent, on a augmenté, dans le mesure du possible, la capacité des retenues d'eau hivernale pour une toujours plus grande utilisation en été. Les nappes souterraines, plus ou moins profondes, ont un régime de plus en plus perturbé. L'alimentation est réduite par les nombreux écrans à l'infiltrabilité que sont le béton, le goudron, les fossés d'assainissement, le drainage et certaines situations agricoles favorisant le ruissellement aux dépens de l'infiltration ; l'eau de pluie est amenée directement (et rapidement) aux rivières, au lieu de transiter (lentement) par les sols et les nappes. Les prélèvements augmentent (comme les besoins en eau) et sont sans commune mesure avec ceux effectués il y a une cinquantaine d'années. La qualité de l'eau varie selon les bassins. Les matières organiques ont diminué dans les eaux superficielles depuis 1976, mais la situation s'est dégradée pour les nitrates, phosphates et certaines contaminations bactériennes [1].

### Une question d'avenir

A l'échelon de la planète, des incertitudes pour l'avenir de l'eau sont à l'ordre du jour. On citera en particulier :

— Le débat actuel sur une évolution éventuelle du climat sous l'effet ou non des activités humaines. On pense à un réchauffement et/ou à un assèchement [2].

— Les pollutions de l'atmosphère générant des dégradations qualitatives des eaux (pluies acides).

A l'échelon national, les prévisions sont moins incertaines.

La solution consistant à accroître les retenues hivernales ne sera pas possible indéfiniment et en toutes régions. Des limites apparaîtront rapidement en

fonction des contraintes physiques et de la croissance exponentielle « d'impacts » socialement rejetés. Limiter le gaspillage dans les différents domaines d'activité deviendra impératif.

La prise de conscience de la pollution des eaux est maintenant générale. Tant pour des raisons d'économie que d'éthique, la société veut des « eaux propres »\*. On peut donc penser que les contraintes sur l'utilisation de l'eau (quantités, quotas, prix) et sur la restitution des eaux (pollution) à la rivière, au tout-à-l'égout, aux nappes, iront en augmentant.

L'agriculture, qui est une des activités humaines intervenant sur les quantités et la qualité de l'eau, devra intégrer ces contraintes dans le futur.

### L'eau et l'agriculture

#### Une chronologie d'action

Aux finalités habituelles (productivité économique, productivité technique, qualité des produits...), l'agriculture devra donc ajouter la réduction des consommations d'eau et de la pollution des eaux effluentes\*\*.

Déjà les « acteurs » agricoles (agriculteurs, chercheurs, firmes, décideurs

\* Même si chacun ou chaque organisme « voit l'eau à son robinet » et n'a ni claire conscience d'être lui-même un pollueur, ni ferme volonté de payer le prix nécessaire à la réalisation des « eaux propres ».

\*\* Dans la pratique, il est difficile de séparer quantité et qualité des eaux (systèmes biotechniques complexes).

divers) ont largement réagi. On peut envisager une chronologie de réactions et d'actions qui sont ou vont prochainement être mises en œuvre.

- **A court terme : aménager, améliorer, affiner les systèmes de production existants**

Sans modifier les systèmes de culture et d'élevage, il s'agit d'ajouter, d'intégrer une finalité nouvelle : l'économie et la qualité de l'eau au sens large. Des actions, lancées depuis au moins 10 ans, prennent une grande ampleur aujourd'hui : dosages fins de l'irrigation et des intrants divers, « pièges à nitrates », systèmes et techniques de cultures prévenant le ruissellement, lutte intégrée, alimentation des animaux plus ajustée à leurs besoins, utilisation judicieuse des effluents d'élevage etc. Le développement de ces actions doit amener, progressivement, des résultats tangibles.

- **A moyen terme : extensification des productions**

La contrainte d'origine n'est pas ici « écologique », mais « macro-économique » : dans les pays développés, nous produisons trop de presque tout par rapport à la demande solvable. La fin du XX<sup>e</sup> siècle restera marquée dans l'histoire de l'Europe, par un basculement de la problématique qui était en vigueur depuis le Néolithique : il faut produire moins d'aliments. On peut citer cet extrait du règlement CEE n° 2328/91 (15/07/91) concernant l'amélioration de l'efficacité des structures de l'agriculture : « *Il est clair en particulier que tout projet qui viserait ou permettrait une augmentation de la productivité ou de la production agricole de produits excédentaires serait irrecevable.* »

En effet, c'est clair.

Pour réduire la production, on peut, *grosso-modo* :

- continuer à intensifier ici, dans les zones les plus favorables, et abandonner là, dans les zones « défavorisées » (pollution ici, désertification là) ;
- conserver l'usage agricole de la totalité de la surface utilisée actuellement, en diminuant la productivité par rapport à la surface, c'est-à-dire en extensifiant.

Cette alternative a émergé tout récem-

ment. Elle pose d'énormes problèmes de connaissance, de conception et donc d'efficacité des actions envisagées. Ces problèmes sont de natures différentes selon l'échelle d'espace considérée. A l'échelle régionale, la situation « intensification ici — abandon là », a des inconvénients multiples (physiques, techniques, économiques, sociaux, politiques...). A l'échelle locale (abandon de certains terroirs), les perturbations apportées notamment à la circulation de l'eau provoquent des inconvénients d'ordre physique, voire technique.

Quoi qu'il en soit, on peut penser qu'une extensification sera réalisée, à plus ou moins long terme, au moins pour partie des productions et partie du territoire, sous des formes que l'on imagine mal aujourd'hui, avec pour avantage une meilleure qualité des eaux de lixiviation.

- **A long terme : choix des productions en fonction de l'eau**

Est-ce utopique ? Les forestiers ont reboisé les versants des vallées montagnardes d'abord pour contrôler l'érosion et les crues et secondairement pour produire du bois. Qui s'en plaindrait ?

C'est ce dernier point, choix des espèces, qui est au centre de la présente réflexion. Ce choix passe par la prise en compte de la diversité spatiale.

## Une diversité spatiale

- **Diversité des disponibilités en eau**

L'étude cartographiée des précipitations, des températures, de l'ETP, de la réserve en eau utile des sols, du bilan hydrique potentiel montre une très grande diversité régionale.

**Tableau 1**

### Comparaison du climat de deux régions pour la culture du maïs

Périodes	Conditions climatiques favorables	Climat moyen	
		Pays Basque	Centre-Ouest
Mai	Doux et humide	Doux et humide	Souvent frais et humide
Juillet-août	Chaud et humide	Chaud et humide	Très souvent chaud et sec
Octobre	Sec	Humide	Souvent humide

Climate comparison between two areas in relation to maize cropping

**Tableau 2**

### Comparaison du climat de deux régions pour la culture du blé d'hiver

Périodes	Conditions climatiques favorables	Climat moyen	
		Pays Basque	Centre-Ouest
Automne Hiver	Doux et humide Variables selon variétés	Doux et humide Frais	Doux et humide Frais à froid (grands froids (< -15° C) brutaux et prolongés rares)
Printemps Début été	Frais puis doux et humide Chaud et sec	Doux et humide Chaud et humide	Frais puis doux et assez humide Chaud et assez sec

Climate comparison between two areas in relation to winter wheat cropping

La figure 1, montre la situation hydrique en été. On peut distinguer deux zones de déficits marqués : « le pourtour méditerranéen et le Centre-Ouest suivant un vaste triangle délimité par Lorient, Auxerre et Poitiers » [3].

#### • Diversité des potentialités agricoles

On entre ici dans le cadre du débat déjà ancien sur les potentialités agricoles. Dans les limites des possibilités techniques, tout le problème est de mettre en regard le coût des facteurs d'artificialisation (l'irrigation dans le cas présent) et les gains relatifs à l'amélioration de la production (quantité, régularité, qualité...). Ceci doit être raisonné à l'échelon de l'individu comme à celui de la collectivité, ce qui n'a pas toujours été fait.

Pour illustrer le propos, on prendra deux régions de plaines de climats très différents : le Pays Basque et le Centre-Ouest. On mettra en regard, de manière simplifiée, leur climat et les conditions climatiques favorables à une culture d'été, le maïs (Tableau 1) et à une culture d'hiver, le blé d'hiver (Tableau 2).

Pour le maïs, les exigences principales en eau se situent en juillet-août (figure 1). Il est clair que les « conditions naturelles » sont en accord avec les « besoins » du maïs dans le Pays-Basque, et dans les diverses régions françaises suffisamment humides en été. En revanche, dans le Centre-Ouest (et Pays de Loire, partie du Bassin-Parisien, parties du Sud-Ouest), les fournitures naturelles d'eau sont insuffisantes à cette époque. Or, il s'agit justement de régions où la culture du maïs est très étendue pour le grain (particulièrement régions Centre, Poitou-Charente et Midi-Pyrénées) et/ou pour le fourrage (Pays de Loire, Poitou-Charente).

Le développement du maïs dans ces régions n'a pu se faire qu'en développant fortement l'irrigation. En 1982, 29 % des surfaces de maïs grain ont été irriguées (18 % en 1979) ; le maïs représente, à lui seul, 50 % des cultures irriguées en France.

Pour le blé d'hiver, en revanche, les « conditions naturelles » des deux régions, notamment du point de vue de l'eau, sont à peu près « en phase » avec les « besoins ».

### Tableau 3

Surfaces consacrées à diverses cultures en France, en 1970, 1979, 1988 (ha/1000)

Culture	1970	1979	1988	1988 % 1970
Maïs grain	1 441	1 897	1 996	139
Maïs fourrage	~ 253	1 094	1 468	580
Betterave fourragère	421	180	66	16
Prairies artificielles	1 466	987	639	44
Colza	340	271	828	244
Tournesol	4	83	951	× 238
	(1960)			(1960)

Source : Grand Atlas de la France rurale [3]

Acreage occupied by several crops in France in 1970, 1979, 1988 (ha/1000)

## L'exemple du maïs

### Son extension

L'évolution des surfaces cultivées en maïs est présentée dans le Tableau 3 (en comparaison avec d'autres cultures). La figure 2 montre la répartition des surfaces de maïs grain et de maïs fourrage en 1970 et en 1988 sur le territoire national.

Il y a encore moins d'un siècle, le maïs n'était cultivé de façon significative en France que dans trois régions qui bénéficient de pluies estivales (figure 1) : l'extrême Sud-Ouest, le milieu du sillon rhodanien et l'Alsace. Il s'est considérablement étendu depuis la dernière guerre, grâce aux variétés hybrides moins exigeantes en température. Les surfaces cultivées en maïs pour le grain (Tableau 3, figure 2) ont augmenté de 40 % au cours des vingt dernières années, avec une sensible modification de la hiérarchie régionale : baisse relative du Bassin Parisien ; augmentation en Pays de Loire, Poitou-Charente, vallée de la Garonne et Landes, Alsace.

Le maïs pour le fourrage, peu cultivé jusqu'en 1970, a manifesté une explosion des surfaces dans les années 70 (× 4) et une augmentation sensible depuis (× 1,34). La « carte » du maïs fourrage est très différente de celle du

maïs grain ; elle est liée à la présence de bétail, plus particulièrement de vaches laitières. Bretagne, Pays de Loire, Normandie, Poitou-Charente, Nord-Picardie, Nord-Est, et divers départements du grand Sud-Ouest, sont les principales régions par ordre décroissant. C'est le seul fourrage cultivé qui a progressé dans la dernière décennie.

Ce développement considérable du maïs a différentes causes, parmi lesquelles :

— de forts rendements en culture (grain et fourrage). Si l'eau n'est pas limitante, le maïs exploite bien le rayonnement solaire de la belle saison [4] ;

— une demande soutenue pour le maïs grain. L'essentiel de la demande provient des fabricants d'aliments concentrés (porcs et volailles, bovins). 88 % de sa production y est consacrée : 55 % pour les élevages français, 33 % par la voie de l'exportation ;

— une demande soutenue pour le maïs fourrage, essentiellement destiné à l'ensilage, qui est le roi des fourrages par sa facilité de mise en silo, par sa capacité de conservation, par son ingestibilité et par ses qualités nutritives. Il convient particulièrement aux herbivores à besoins élevés : vaches laitières haute-productrices, taurillons élevés intensivement, animaux en finition...

— une filière puissante et dynamique de l'amont à l'aval de sa culture.

## Ses limites

- Le problème des quantités d'eau en été

On a vu (figures 1 et 2) que le maïs était largement cultivé dans des régions a été secs (notamment Centre, Pays de Loire, Poitou-Charente). En années climatiques normales dans ces régions, et en années sèches dans d'autres régions (Bassin-Parisien, Sud-Ouest, Sud-Bretagne...), de bons rendements ne peuvent être obtenus que sur des sols profonds à forte réserve en eau. Pour les sols superficiels et/ou séchant, il faut avoir recours à l'irrigation\*.

Si, dans l'avenir, l'eau d'été devient un facteur plus rare et/ou plus cher, le maïs ne perdra-t-il pas sa rentabilité dans certaines régions ? Cette interrogation est partagée par différentes instances.

L'Association Générale des producteurs de maïs, lors de son congrès de septembre 1991, s'est mobilisée pour une action à propos de la discussion de la loi sur l'eau (tarification, accès à l'eau, création de ressources nouvelles) ; son président a déclaré : « *l'irrigation continuera à se développer, ou alors l'économie de certaines régions en sera totalement bouleversée* » [5].

Les organismes de recherches visent, en particulier, à produire des variétés de maïs plus tolérantes à des périodes de sécheresse, à divers stades physiologiques. Des essais en cours mettent en œuvre des irrigations inférieures à

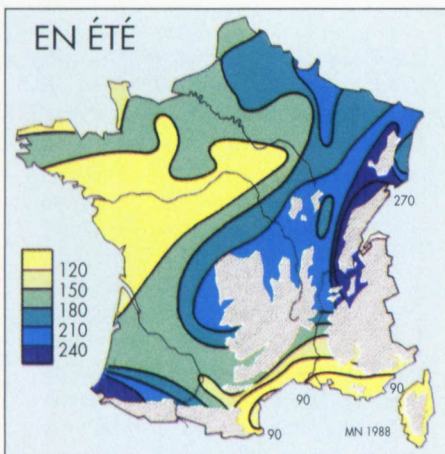


Figure 1b. Bilan hydrique potentiel (déficits cumulés sur juillet et août) (source : Grand Atlas de la France rurale [3]).

Figure 1b. Potential water balance (cumulated deficits in July and August).

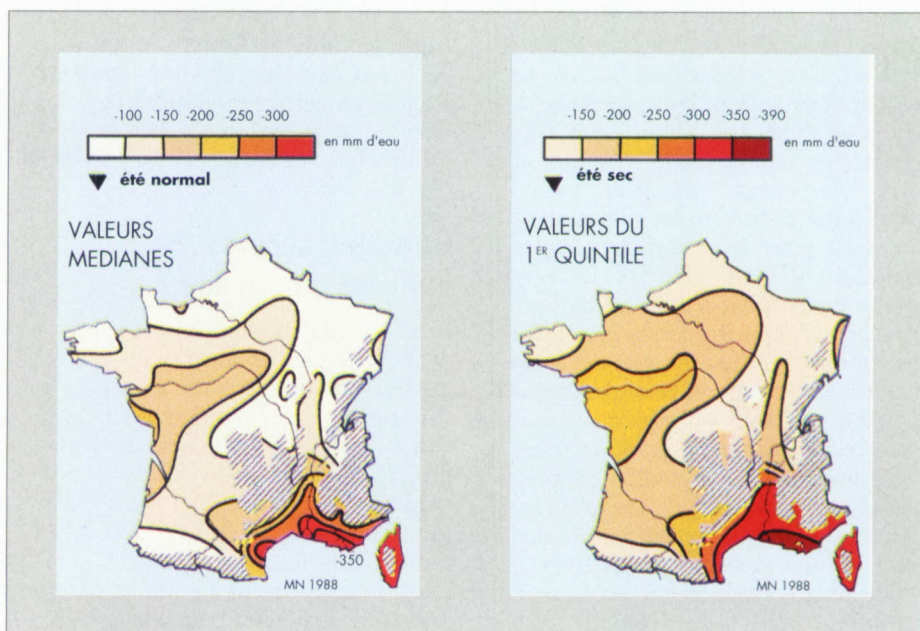


Figure 1a. Hauteurs des précipitations en été (juillet et août). Période de référence : 1951-1980. Altitudes supérieures à 500 m exclues (source : Grand Atlas de la France rurale [3]).

Figure 1a. Summer rainfall height (July and August).

l'évapotranspiration maximum (ETM), visant à préciser la meilleure voie pour économiser l'eau avec une faible baisse du rendement.

### • Les problèmes de pollution

Une contrainte nouvelle est en train de modifier les conditions de la production agricole ; il s'agit de la qualité des eaux des nappes souterraines et, notamment, le contrôle des nitrates et des pesticides. Dans de nombreuses régions, la cote d'alerte est dépassée et, dans certains cas, le problème à résoudre revêt un caractère d'urgence ; c'est le cas des périmètres d'alimentation de sources d'eaux minérales. Ces situations particulières ne font que préfigurer les contraintes qui pèseront, prochainement, sur de vastes régions françaises. Diverses études ont montré un fort lessivage de nitrates sous maïs. A Mirecourt, avec un apport de 40 tonnes de fumier et 100 unités d'azote, on atteint des teneurs de 60 mg/l dans l'eau sous racines. Après 4 années sans aucune fertilisation organique ou chimique, on observe encore une teneur moyenne de 20 mg/l. Les principales

causes sont la situation de sol nu pendant 6 à 9 mois selon la succession des cultures et le décalage fréquent entre la courbe d'absorption de l'azote par la plante et les apports d'azote chimique et la minéralisation [6].

*La culture du maïs est grosse consommatrice de produits phytosanitaires (désinfectants du sol, insecticides et surtout desherbants). Les doses employées augmentent en cas de monoculture. Ces produits sont appliqués à des périodes critiques (automne, début de printemps pour l'atrazine), au moment où les sols sont nus et les précipitations importantes* » [6]\*\*.

## Vers une redistribution spatiale des espèces cultivées

### Cultures d'hiver ou cultures d'été ?

Le blé, l'orge, le seigle, l'avoine sont cultivés en France depuis des millénaires dans des conditions peu artificiali-

\* Il y a 40 ans, on disait, dans la région garonnaise, qu'on ne pouvait pas semer de grandes surfaces de maïs car, une année sur trois, on ne récoltait rien (hors vallées très « fraîches »).

\*\* Dans les zones alluviales « assainies » par le drainage et les mises en culture, la nappe est souvent très proche de la surface, ce qui accroît les risques de pollution.

sées. Avec des multiples variétés évolutives régionales, ces espèces ont traversé un climat à oscillations avec des périodes (longues et courtes) plus froides, plus sèches, plus humides... Leurs « besoins » (en eau, en température) sont, par nature, accordés avec la quasi-totalité des années climatiques\*. On a vu que, dans certaines régions françaises, il n'en était pas de même pour le maïs, pour lequel on doit artificialiser de manière onéreuse : selon les régions, on aura recours à l'irrigation en juillet-août, à la couverture du sol au semis avec du plastique, à un fort séchage du maïs grain en silo... On peut établir un parallèle avec les plantes oléagineuses, le producteur se trouvant, par exemple, face à un choix entre le colza et le tournesol. Le colza, vieille plante européenne, est semé en automne, profite de l'arrière saison douce, couvre le sol en hiver, a besoin d'eau pendant le printemps (qui est humide) et se récolte en juillet quand il fait beau. A l'inverse, le tournesol, plante exotique importée d'Amérique comme le maïs, est semé au printemps, souffre (moins que le maïs) de la fraîcheur du printemps, a de forts besoins en eau en juin, juillet et août (moins que le maïs) et se récolte fin septembre.

Dès maintenant, les cultures d'été focalisent l'attention de nombreux responsables de la gestion de l'eau. Ainsi, en France, on peut citer Angotti [7] : « le maïs est une véritable pompe à eau, mais pas, en revanche, une pompe à nitrates... Il conjugue vraiment le maximum d'inconvénients. » ; Redaud [8] : « le modèle imposé de l'intensification agricole par le maïs crée de lourdes interrogations au plan de l'Aménagement du Territoire ». On peut encore citer cette phrase du Code

Britannique d'une Bonne Pratique Agricole pour la Protection de l'Eau [9] : « *When the decision on which crop to grow is evenly balanced, crops sown in early autumn should be grown rather than those which are sown in the late autumn or spring* ».

### Cultures vivaces ou cultures annuelles ?

Il existe de nombreuses espèces et variétés de plantes fourragères pluriannuelles, ce qui permet un choix en fonction des conditions pédo-climatiques régionales (et de l'usage projeté). Les pertes en nitrates et pesticides sont plus faibles sous prairie judicieusement conduite\*\* que sous la plupart des fourrages annuels.

Le reflux depuis 20 ans de la « vague herbagère » (prairies permanentes, prairies temporaires de longue durée, prairies artificielles) pourrait s'inverser avec les contraintes nouvelles.

Dans ce cadre, une considération spéciale doit être portée aux prairies artificielles (légumineuses). En particulier la luzerne semble bien adaptée aux situations de contraintes environnementales fortes. Des essais effectués par l'INRA [10, 11] ont montré que « la culture de la luzerne entraîne une forte réduction du drainage, décalée dans le temps... Les concentrations en azote de la solution du sol diminuent considérablement (de 25,5 mg/l en 1<sup>re</sup> année à 5,8 mg/l en 3<sup>e</sup> année). Trois années après le retournement de la luzerne, la concentration n'a pas retrouvé son niveau initial, et se situe à 14,6 mg/l... Pour la culture après retournement, à condition de réduire de 30 à 40 unités N les apports, la libération de l'azote organisé est progressive... il n'y a pas de flush d'azote minéral ». Depuis 20 ans, les surfaces de luzerne (comme de toutes les prairies artificielles, Tableau 3) ont considérablement diminué (avec notamment la simplification des assolements dans les plaines

## Summary

Economy of water and animal husbandry. Towards a more regional choice of forage species ?,

J. Gilibert

*In France, the management of water is becoming a matter of uneasiness whereas it had been serenely faced up to the present. In the future, agriculture will have to integrate growing constraints about the quantity and the quality of water. On the short term, it is fitting to adjust the existing production systems. On the medium term, one can think of an extensification of the production. On the long term, after half a century of artificialization of agriculture (chemical fertilizers, irrigation...), it will be necessary to go back to a choice of the crops according to the diversity of the local agricultural potentialities. In this connection, the winter crops are adapted to the majority of the French regions. The summer crops often need irrigation to produce good yields. In particular, maize has problems about water requirements and the pollution ; its cropping would be to reconsider in several regions.*

*Concerning animal husbandry, technical consequences are probable : decrease of the share of maize in the animal flours, increase of the surface devoted to permanent grasslands and multi-annual forage crops, partial substitution of the maize silage as winter forage stock, scattering of the pig and poultry farms, and, on the whole, return to local types of animal production systems, at least for herbivorous. The management of a farm, with the new economical conditions and regulations, must be thought as a whole and on the long range. Research must investigate the global functioning of the farm as well as the technical and bio-technical processes.*

Cahiers Agricultures 1992 ; 1 : 180-8.

\* On doit aussi prendre en compte certains avantages des cultures d'hiver par rapport aux cultures d'été :

- couverture assez importante du sol en hiver jouant, plus ou moins selon les années, le rôle de « piège à nitrate » ;
- récolte sur sol sec portant bien les engins, alors que les cultures d'été sont récoltées en octobre, sur des sols souvent peu portants avec dégradation du sol ;
- libération de la sole entre le 15 juillet et le 15 août (selon variétés, lieux, années) donnant du temps et de la souplesse dans la plupart des successions de cultures.

\*\* En prairie pâturée avec forts chargements, les pertes en nitrates peuvent être élevées, en provenance des déjections animales. Ce point ne remet pas en cause un choix d'espèces cultivées mais pose le problème très important de modes d'utilisation des prairies limitant les pertes en nitrates.

de cultures, le coup d'arrêt à la déshydratation au moment de la crise énergétique...). Les contraintes de qualité des eaux peuvent déterminer un regain d'intérêt pour cette culture. Le problème de son intégration dans les systèmes de production animale restera posé [12].

### **Respécialisation régionale ou homogénéisation nationale ?**

Jusqu'au milieu des années 80, la tendance générale fut plutôt de « cultiver toutes les espèces, partout ». Une grande adaptabilité technique et le recours massif aux intrants divers a permis de corriger les effets du sol, du climat, des précédents culturaux... On notera que cette tendance a été largement encouragée par les subventions aux aménagements (drainage) et à l'irrigation (forages, électricité) et par le soutien des prix agricoles. Si les possibilités d'artificialisation (eau, engrais, pesticides) sont réduites par les coûts et les contraintes réglementaires, il est possible qu'une évolution en sens contraire se manifeste : respécialisation régionale en fonction des potentialités pédo-climatiques et réduction des intrants. Une telle évolution présentera des difficultés techniques et moins de souplesse ; en particulier, on sera amené à redonner plus d'importance à la succession des cultures dans la stratégie des exploitations agricoles.

### **Causes et rythmes d'évolution**

Pourquoi une plante prend-elle de l'extension pendant une période et régresse-t-elle au cours d'une autre période ? Ce phénomène est, à l'évidence, complexe, avec de multiples aspects liés (économiques, techniques, pratiques...) à des échelles variées (internationale, nationale, régionale, exploitation agricole). On peut identifier quelques causes majeures qui, cependant, ne répondent qu'à une partie de la question. Pourquoi les plantes fourragères à racines (et notamment la betterave) ont-elles régressé dans la plupart des régions où elles étaient bien adaptées et productives ? Retard dans la mécanisation de la culture et de la distribution, problèmes

de conservation, complexité des rations alimentaires... ?

Une autre interrogation concerne le rythme d'évolution. La vague herbagère (labours mis en prairies permanentes) a débuté vers 1860 dans certains départements et s'est prolongée jusqu'en 1970. La remise en culture a débuté avant-guerre dans certains départements et se généralise surtout depuis 10 ans.

On peut penser qu'un tel rythme, d'ordre séculaire, ne correspond plus à la situation de l'agriculture moderne. Même si les investissements lourds collectifs (génétique, stockage...) et individuels (gros matériels, bâtiments, cheptel de souche) entraînent un minimum d'inertie, les réactions du monde agricole aux changements divers sont, et seront sans doute, de plus en plus rapides.

Enfin, un facteur va devenir dominant pour la répartition des espèces cultivées, dans le sens d'une plus grande labilité : le poids de l'internationalisation des décisions et, très directement, la Politique Agricole Commune. Cette politique agricole sera de plus en plus inspirée par des préoccupations globales de Société, ce qui fera intervenir des surdéterminants divers peu négociables et peu différenciables.

## **Conséquences techniques pour l'élevage**

### **Aliments concentrés**

Leur situation dépend, pour l'amont, à la fois de la production nationale et des politiques internationales. Il paraît réaliste de prévoir d'une part une inclusion plus forte de céréales d'hiver (blé, orge, triticale, avec éventuellement des variétés spécialement sélectionnées) et, d'autre part, une réduction durable de leur prix avec toutes les conséquences que cela implique sur les productions animales. Au point de vue technique, les sciences de la nutrition et de l'alimentation ont des moyens, qui progressent sans cesse, de fournir des formules performantes à partir de composantes variées.

### **Pâturage**

Jusqu'à présent, les calculs des économistes montraient que le revenu des éleveurs croissait avec le chargement. Or ce dernier, dans certaines conditions, détermine une lixiviation des nitrates. Dans les zones sensibles, le niveau de chargement et le mode de pâturage devront être modifiés en raison de ces préoccupations environnementales et de l'évolution relative des coûts de production. Ce domaine fait, actuellement, l'objet de nombreuses recherches.

### **Réserves fourragères hivernales**

Le maïs pour l'ensilage est largement cultivé en France dans des régions avec étés relativement pluvieux. Il devrait s'y maintenir (ou s'y développer) sous réserve de pratiques culturales adaptées (couverture hivernale du sol, herbicides non polluants...), sauf dans les zones très sensibles. Dans les régions à étés secs (tels que Pays de Loire, Poitou-Charente...), la situation est différente.

Des solutions de remplacement existent, notamment les céréales d'hiver immatures récoltées en ensilage. Des études ont été effectuées en France par l'INRA autour de l'année 1970 [13]. Ce type de fourrage est de bonne qualité, bien que sensiblement inférieur à l'ensilage de maïs. Ce dernier, grâce à ses qualités incontestées et à la dynamique de sa filière, a réalisé depuis, le « boom » que l'on connaît, alors que l'ensilage de céréales immatures est « mort-né », malgré les efforts d'information [14]. Dans un contexte différent, on peut penser à un regain d'intérêt pour les céréales d'hiver récoltées immatures, d'autant plus qu'elles peuvent être associées à des légumineuses annuelles d'hiver (pois fourrager, pois protéagineux, féverolle...).

La betterave fourragère, culture d'été mais moins sensible que le maïs à la sécheresse (au moins passagère) a considérablement décliné depuis 20 ans. Elle possède beaucoup des désavantages du maïs (sol nu en hiver, récolte sur sols peu portants...) sans en avoir tous les avantages. Un retournement de situation ne se dessine pas, malgré la mise au point de matériels automatisés et des relances régulières.

L'ensilage et le foin paraissent appelés à se développer, d'abord parce qu'ils sont obligatoires pour la maîtrise de la pousse printanière des prairies, ensuite parce qu'ils préservent les nappes (pas de déjections animales), enfin parce qu'ils peuvent constituer un substitut performant à d'autres réserves fourragères hivernales dans le cas où le prix

des céréales rejoindrait le cours mondial. De plus, la technique des balles rondes est à la récolte de foin (ou de haylage) ce que la machine à traire fut à la production laitière : un bond pour la productivité du travail.

La luzerne, ensilée, fanée, déshydratée, n'est pas à exclure de scénarios applicables à des zones sensibles vis-à-vis de

l'eau. Dans les situations de sols qui lui conviennent, elle est en effet très protectrice des nappes tout en étant productive.

### Fumiers et lisiers

Les problèmes se posent simultanément à différentes échelles d'espace, régionale, locale, exploitation agricole.

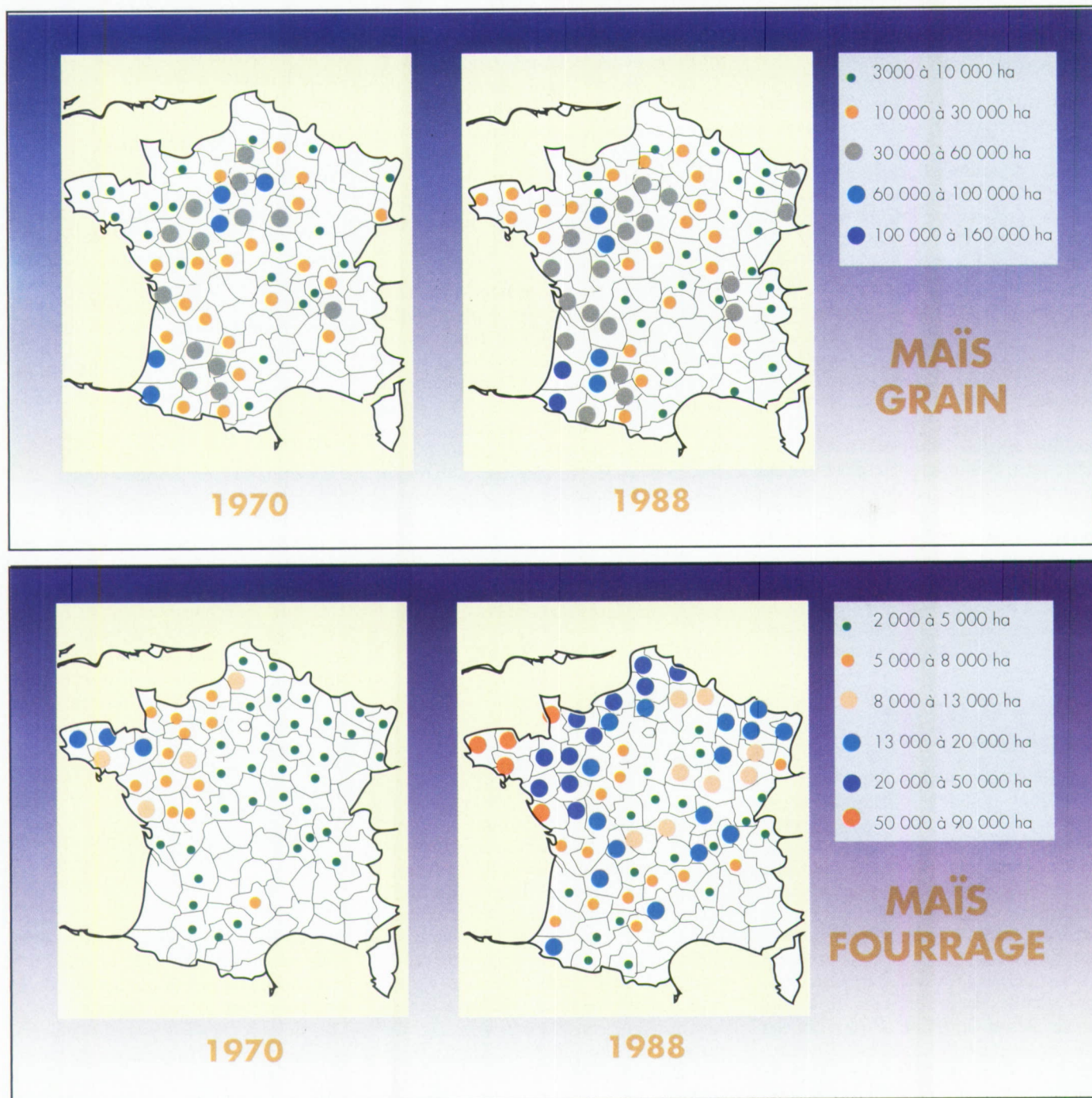


Figure 2. Répartition des surfaces consacrées au maïs grain et au maïs fourrage en 1970 et en 1988 (source : Grand Atlas de la France rurale [3]).

Figure 2. Breakdown of land area devoted to grain maize and forage maize, in 1970 and 1988.

Objets de première actualité, ils sont pris en compte par les organismes politiques, professionnels et de recherches. Des programmes à long terme, plus ou moins rigoureux, sont mis en place dans plusieurs pays européens. Les contraintes à terme peuvent être très fortes ; ainsi, aux Pays-Bas, des « objectifs ultimes » sont fixés pour les années 2000, 2010, avec des étapes intermédiaires permettant la mise au point progressive des technologies [15].

## Conclusion

On ne peut s'avancer précisément à propos des conditions qui prévaudront dans l'avenir. On ignore l'évolution du climat, la situation des marchés et des techniques, l'importance d'une extensification éventuelle, la situation générale des eaux en termes de besoins, de ressources, de qualité. La prospective n'est pas une prévision, mais un raisonnement ; on fait ici l'hypothèse selon laquelle on n'est pas face à une évolution mais face à une rupture\* de problématique de l'agriculture face à l'environnement. Si c'est le cas, cette rupture entraînera des conséquences importantes aux diverses échelles.

## Références

1. Martini M. Discours inaugural du Congrès de l'Union Nationale des Fédérations des AAPP du 24 novembre 1991. *Pêche Magazine* 1992 ; 57 : 16-9.
2. Chadwick MJ. Qu'est-ce qu'un problème d'environnement. Journée de l'Association Nature, Science, Société Dialogues, Versailles, 12-13 décembre 1991.
3. INRA-SCEES, 1989. *Le Grand Atlas de la France rurale*. Ed JP de Monza, 494 p.
4. Cabelguenne M, Marty JR, Hilaire A. Comparaison technico-économique de la valorisation de l'irrigation par quatre cultures d'été (maïs, soja, sorgho, tournesol). *Agronomie* 1982 ; 2(6) : 567-76.
5. Association Générale des Producteurs de Maïs. Politique de l'eau et réforme de la PAC ; les contre-propositions de l'AGPM. *Production laitière moderne* 1991 : 207 : 82-3.
6. Junod C. Une certaine qualité... ou comment concilier les pratiques des systèmes laitiers avec une production d'eaux minérales. Diplôme d'Agronomie Approfondie. ENSA Rennes, INRA-SAD, 1991, 57 p + biblio + ann.

Une régionalisation des cultures ne peut qu'amener, notamment pour les herbivores, une régionalisation des systèmes d'élevage, avec des modèles connus et des modèles à inventer. Sur le plan socio-économique, on peut penser à terme à des changements de la hiérarchie régionale des rentes de situation. Pour prendre un exemple extrême : des solutions « à contre-courant du mouvement dicté par les conditions technico-économiques actuelles », telles que la déconcentration des élevages hors-sol en France, sont envisagées pour le long terme par les autorités [17].

A l'échelle de l'exploitation agricole, le système de production forme un tout, géré sur le long terme. Si l'exploitant est amené à remplacer certaines cultures par d'autres pour des raisons économiques ou réglementaires, des réactions interviendront sur l'ensemble du système : en premier lieu sur la succession des cultures et sur la conduite des animaux, mais aussi sur les autres composantes du système.

\* Rupture : événements... qui, tout à la fois, altèrent sans délais les trajectoires et transforment le nœud des régulations [16].

7. Angotti JM. Un observatoire de l'environnement dans les Côtes d'Armor. In : Le partage de l'eau. *POUR* 1991 ; (127-128) : 93-7.
8. Redaut JL. Agriculture intensive et gestion de l'eau. In : Le partage de l'eau. *POUR* 1991 ; (127-128) : 123-4.
9. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Great Britain, 1991. *Code of Good Agricultural Practice for the Protection of Water*. MAFF, Environmental Protection Division, Branch B, Nobel House, 17, Smith Square, London SW 1 P 3 JR, July 1991, 80 p.
10. Denys D, Muller JC, Mariotti A. Bilan de l'eau et de l'azote en sol de craie. 2 — Influence d'une culture de luzerne. INRA, Station de Chalons-sur-Marne, 1988 ; publication n° 158, 6 p + tab et fig.
11. Muller JC, Denys D, Monbrun MD, Larbre D. La luzerne en champagne crayeuse, incidence de la culture sur l'environnement : éléments de réflexions. INRA, Station de Chalons-sur-Marne, 1989 ; publication n° 168, 16 p.
12. Calais C. Un retour vers plus de luzerne ? *Production Laitière Moderne* 1991 ; 201 : 113.

Le remplacement d'un ensilage de maïs par un ensilage de blé immature permet un semis précoce de Ray Grass Italien, protecteur de la nappe en hiver, ce qui détermine une « intensification » peut-être non souhaitée. Le remplacement d'un ensilage de maïs par du foin de luzerne et du foin de regain, protecteurs de l'eau et bon marché, pose le problème de l'utilisation du fumier qui était, jusqu'alors, affecté à la culture de maïs.

Dans le même esprit, la gestion de l'azote dans une exploitation forme aussi un tout, qui doit être géré sur le long terme : « l'azote lixivié dans le drainage, au cours d'une année hydrologique donnée, provient, en majeure partie, du cumul des apports antérieurs » [18]. Succession des cultures, niveau de fertilisation, mode de pâturage et de récolte, conduite des animaux, gestion des déjections sont indissociables.

Si de nouvelles conditions doivent générer de nouveaux modèles de production, la recherche à leur propos doit prendre en compte autant l'aspect global de l'exploitation que les itinéraires techniques et les processus biotechniques ■

13. Demarquilly C, Paquet J, Andrieu J. Les céréales immatures. BTI du Ministère de l'Agriculture 1969 ; 244 : 20 p.
14. Andrieu J, Demarquilly C. Et si le blé fourrager relançait l'ensilage de céréales immatures. *Revue de l'élevage* 1975 ; n° hors-série, 199-202.
15. Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, Pays-Bas, 1992. *Technologie et Développement durable de l'élevage aux Pays-Bas*. OCDE. Sustainable Agriculture. Rapport de la Commission Technique sur l'Élevage, février 1992, 24-31.
16. Lesourne J, Lecomte B. De l'Atlantique à l'Oural, l'après-communisme. Paris, Laffont, 1990, 321 p.
17. Ruel P. Élevage hors-sol et occupation de l'espace. OCDE, Ministère de l'Agriculture et de la Forêt. Sustainable Agriculture. Rapport de la Commission Technique sur l'Élevage, février 1992 : 43-6.
18. Denys D, Muller JC, Mariotti A. Conséquences de l'organisation de l'azote minéral sur la disponibilité pour la plante et sur la lixiviation. INRA, Station d'Agronomie de Chalons-sur-Marne, 1990 ; publication n° 183, 189-94.



## Résumé

Dans un pays comme la France, la gestion de l'eau devient un sujet d'inquiétude alors qu'elle avait été envisagée jusqu'à présent avec sérénité. Dans le futur, l'agriculture devra intégrer des contraintes croissantes relatives à la quantité et à la qualité de l'eau.

A court terme, il convient d'affiner les systèmes de production existants. A moyen terme, on peut penser à une extensification de la production. A long terme, après un demi-siècle d'artificialisation de l'agriculture (engrais, irrigation,...), il faudra probablement revenir à un choix des cultures en fonction de la diversité des potentialités agricoles régionales. A ce propos, les cultures d'hiver sont plus adaptées à la majorité des régions françaises que les cultures d'été. Pour ces dernières, de bons rendements ne peuvent souvent être obtenus que par l'irrigation. Le maïs, en particulier, pose des problèmes pour les besoins en eau et pour la pollution ; son extension devrait être remise en cause dans de nombreuses régions.

En ce qui concerne l'élevage, des conséquences techniques sont probables : diminution de la part du maïs grain dans les farines animales, extension des surfaces fourragères permanentes ou en cultures pluriannuelles, remplacement partiel de l'ensilage de maïs pour les réserves fourragères hivernales, dissémination des élevages de porcs et de volailles et, au total, retour à une régionalisation des systèmes d'élevage, au moins pour les herbivores.

La gestion de l'exploitation agricole, avec de nouvelles conditions économiques et réglementaires, doit être raisonnée comme un tout et sur le long terme. La recherche doit prendre en compte autant l'aspect global de l'exploitation agricole que les itinéraires techniques et les processus biotechniques.

## Remerciements

Remerciements à F. Papy (INRA-SAD, Paris-Grignon) à J.P. Deffontaines (INRA-SAD, Versailles) à B. Nicoulaud (INRA-Science du sol, Orléans).

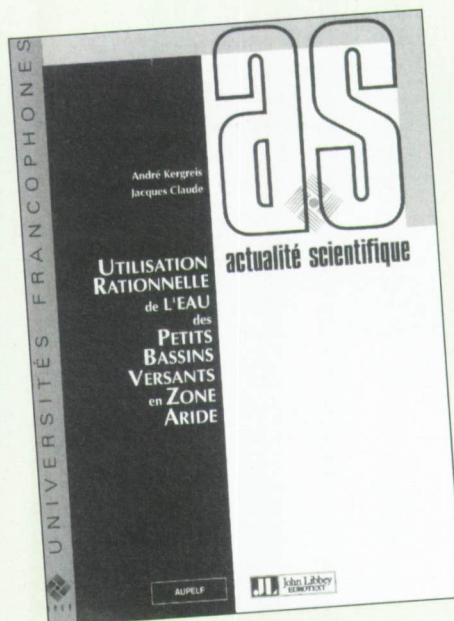
# Utilisation rationnelle de l'eau des petits bassins versants en zone aride

A. Kergreis et J. Claude

Coédition John Libbey Eurotext  
AUPELF/UREF  
Collection Actualité Scientifique

ISBN : 0-86196-315-6  
1991 - 356 pages

190 FF  
80 FF Prix préférentiel :  
Afrique, Asie, Amérique du Sud,  
Haïti



L'utilisation rationnelle de l'eau des petits bassins versants est fondamentale pour une stratégie de lutte contre la sécheresse, parce qu'elle est rare et doit être gérée au plus juste, parce qu'elle est spatialement répartie sur toutes les surfaces agricoles et utilisables sur place sans transferts importants.

L'approche pluridisciplinaire de cet ouvrage devrait intéresser chercheurs, enseignants, étudiants et hommes de terrain. Ils y trouveront des communications de spécialistes sur :

- Les études fondamentales sur les données et leur interprétation et sur les mécanismes du bilan hydrologique et des transferts aux interfaces sol-plante-atmosphère conduisant à leur modélisation.
- Les études de cas sur des sites aménagés, dont les performances et les effets induits ont été suivis et mesurés, et qui démontrent tous à des degrés divers que la connaissance de ces mécanismes et l'utilisation des outils conceptuels les plus performants sont indispensables à une bonne mise en pratique des techniques d'utilisation de l'eau en agriculture.

## BON DE COMMANDE

Veuillez me faire parvenir (...) exemplaire(s) de l'ouvrage **Petits bassins versants** au prix de **190 FF (80 FF, prix préférentiel) + 30 FF** de frais de port.  
Veuillez trouver ci-joint mon règlement à l'ordre de John Libbey Eurotext.

Nom : .....  
Fonction : .....  
Adresse : .....  
Code postal : ..... Ville : ..... Pays : .....

Éditions John Libbey Eurotext

6, rue Blanche - 92120 Montrouge - France. Tél. : (1) 47.35.85.52. Fax : (1) 46.57.10.09.