

## Agriculture et qualité de l'eau Une approche interdisciplinaire de la pollution par les nitrates d'un bassin d'alimentation

Marc Benoît, Jean-Pierre Deffontaines, Francis Gras,  
Élizabeth Bienaimé, Régine Riela-Cosserat

L'agriculture a toujours eu un impact important sur l'environnement, ne serait-ce que par la création et la transformation des paysages. Mais aujourd'hui, son développement et son évolution contribuent à la mise en cause de la qualité de l'eau. C'est pourquoi il est nécessaire de connaître l'influence des pratiques agricoles sur cette qualité. Il s'agit non seulement de préciser les mécanismes en cause, mais de définir des systèmes techniques susceptibles de respecter les contraintes de qualité et adaptés à la diversité des exploitations et de leur contexte.

L'INRA a réalisé un programme de recherche interdisciplinaire dans le cadre exigeant d'un périmètre de protection d'une production d'eau minérale. Un volet de ce programme est analysé dans le présent article.

### Un programme de recherche proche de l'action

Une question posée en 1989 par l'entreprise de production d'eau minérale Vittel/Nestlé est à l'origine du programme : comment arrêter la croissance du taux de nitrates dans les eaux de source, sachant qu'elles sont issues d'un périmètre d'alimentation très largement dominé par l'activité agricole ?

La question lie directement l'activité agricole à la qualité de l'eau et, par conséquent, au développement de l'agriculture régionale. Dans quelle mesure une agriculture locale, soumise à des contraintes nouvelles d'environnement comme la protection de la ressource en eau, peut-elle se développer ? L'hypothèse de travail de l'équipe de recherche est que le maintien et le développement d'une agriculture locale performante, maîtrisant ses effluents dépendent du fonctionnement et de l'évolution du système agraire. Celui-ci est défini par les acteurs concernés, par leurs activités, par le territoire de protection et les espaces environnants ainsi que par l'ensemble des relations qui

s'établissent entre les acteurs, les activités et le territoire à l'occasion de la production agricole.

Pour aborder le problème de la maîtrise du taux de nitrates dans les eaux sous la zone racinaire, trois types de systèmes sont considérés : les systèmes socio-économiques qui relient les acteurs et leurs activités, les systèmes biotechniques qui structurent les activités et interviennent dans le transfert des nitrates et, enfin, les hydrosystèmes dans lesquels s'organise la circulation de l'eau.

Les systèmes socio-économiques, biotechniques et les hydrosystèmes ne sont pas indépendants et correspondent à trois « entrées » possibles. L'analyse de chacun d'eux mobilise des concepts et des outils particuliers ainsi que des niveaux d'analyse pertinents et significatifs en rapport à la question posée. Les systèmes socio-économiques ont été analysés selon quatre niveaux : les sociétés locales, les relations entre acteurs (Société générale des eaux minérales de Vittel, agriculteurs, représentants de la profession, chercheurs...), les filières économiques et, enfin, les institutions et les systèmes famille-exploitation. Les niveaux d'analyse des hydrosystèmes sont spatiaux : stations, bassins versants et périmètre de protection. Enfin, les systèmes biotechniques sont analysés au niveau de l'exploitation, mais également aux niveaux englobés de la parcelle et de la station et au niveau plus large du périmètre et de son environnement proche (figure 1).

Le programme, engagé en 1989, s'est déroulé en deux étapes [1]. La première,

M. Benoît, J.-P. Deffontaines : INRA-SAD, Station de Mirecourt, BP 35, 88501 Mirecourt cedex, France.

F. Gras : Centre de pédologie biologique, CNRS, 2, allée du Parc-de-Brabois, 54500 Vandœuvre-les-Nancy, France.

E. Bienaimé, R. Riela-Cosserat : INRA Génie Logiciel, BP 172, 54505 Vandœuvre-les-Nancy, France.

Tirés à part : M. Benoît

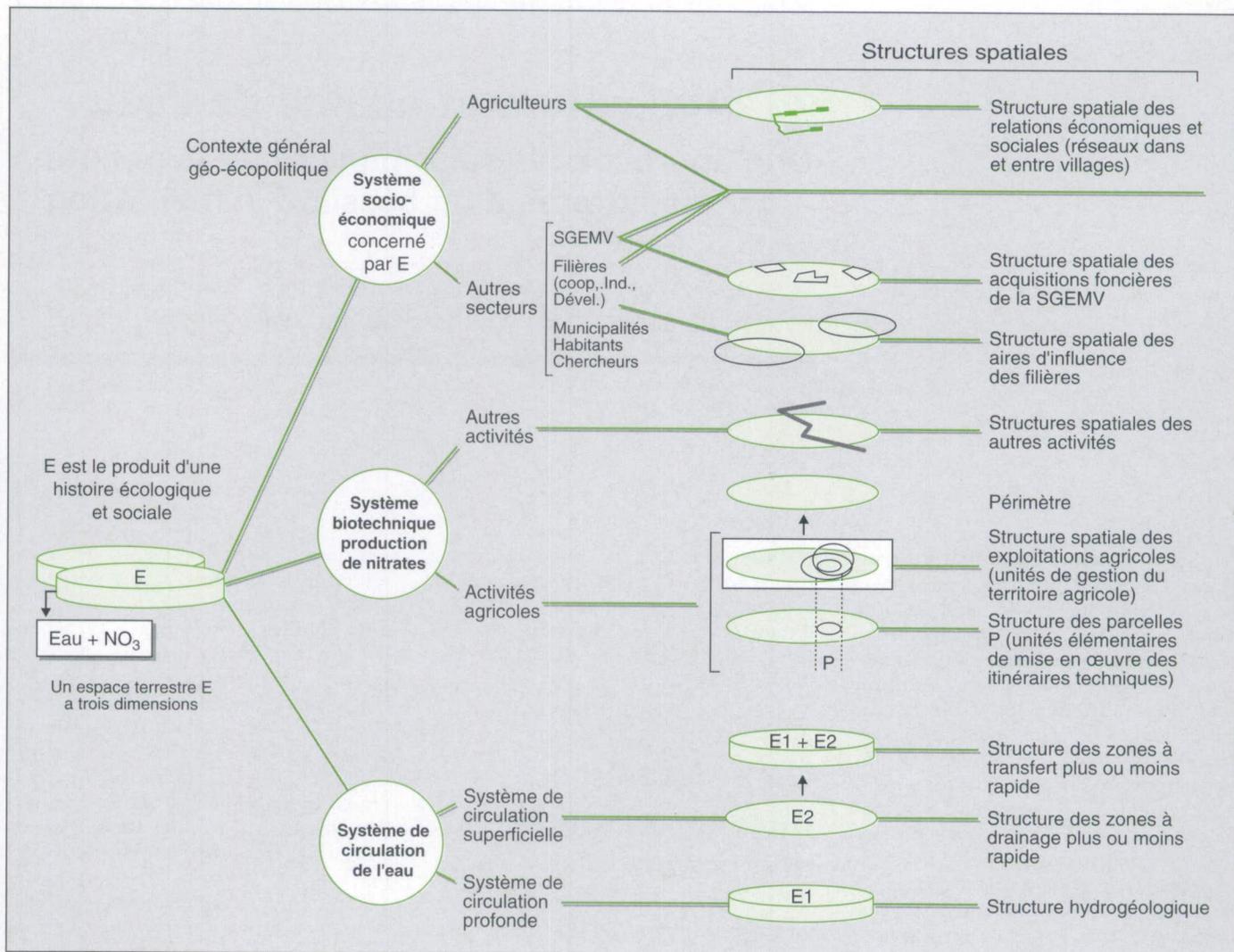


Figure 1. Structure du programme Agriculture - Environnement - Vittel AGREV (d'après Deffontaines *et al.* [1]).

Figure 1. Programme organization chart : Agriculture - Environnement - Vittel AGREV.

intitulée « Diagnostic et propositions », s'est étendue sur une durée de trois ans et s'est terminée en 1992. Elle s'appuie sur une analyse de situation des différents sous-systèmes et débouche sur un diagnostic et des propositions de changement de pratiques agricoles et de systèmes de production. La seconde, intitulée « Pour une pratique et une théorie du change-

ment », s'est achevée en 1995 et a eu pour but de réaliser un accompagnement et un suivi scientifique du changement. Le montage interdisciplinaire se fait à partir des disciplines de base du Département systèmes agraires et développement (SAD) de l'INRA, responsable du projet de recherche : l'agronomie, la zootechnie et l'économie. Mais, dans le

déroulement du programme, les questions abordées vont introduire des épisodes interdisciplinaires caractérisés par des liens particuliers avec d'autres disciplines : hydrogéologie, pédologie, sociologie. L'objet de cet article est de présenter un module du programme interdisciplinaire dans lequel des relations se sont établies entre agronomes, pédologues et informaticiens.

# Un nouvel espace de gestion de la qualité de l'eau : le bassin d'alimentation

## Questions soulevées par les agronomes et les pédologues

Dans le cadre du suivi scientifique du changement de la qualité de l'eau consécutif aux modifications des systèmes de culture, les agronomes et les pédologues se sont posé les questions suivantes :

- Quels sont les systèmes de culture et les pratiques agricoles en cause ?
- Peut-on modéliser les transferts d'azote et notamment préciser les paramètres agronomiques de ces modèles ?
- Ces modèles permettent-ils de simuler l'effet des changements des pratiques agricoles sur la qualité des eaux de subsurface ?

## Les deux échelles spatiales retenues

Deux échelles ont été privilégiées : la parcelle de culture et le bassin d'alimentation. La parcelle de culture est une portion de territoire d'un seul tenant ayant une même production végétale au cours d'un cycle de production et sur laquelle l'agriculteur pratique le même itinéraire technique ; c'est, par excellence, l'unité de base du système biotechnique de production de nitrate. Mais les études pédologiques ont montré que la circulation de l'eau, donc des nitrates, ne connaît pas les limites des parcelles, notamment lorsque les conditions pédoclimatiques sont favorables aux écoulements latéraux. Le bassin d'alimentation des sources dont l'eau provient des nappes de subsurface est une entité géographique où s'élabore la qualité de l'eau. Elle permet de vérifier que les assolements et les pratiques culturales (successions culturales et itinéraires techniques) entraînent bien une évolution de la qualité de l'eau. De plus, les teneurs en nitrates de ces sources ne dépendent que des mécanismes d'entraînement des nitrates produits dans les sols. Ces teneurs ne sont perturbées ni par la consommation de nitrates par les végétaux aquatiques, ni

par la dénitrification dans les sédiments, ni par les dilutions en périodes de crues qui affectent les concentrations de nitrates des eaux de rivière.

L'étude des sources alimentées par les nappes de subsurface présente également certains avantages sur l'étude des eaux souterraines profondes. Leur accès est plus aisé et les temps de réponses sont beaucoup plus rapides. Par ailleurs, la délimitation des aires d'alimentation est plus facile que dans le cas des aquifères des eaux souterraines profondes.

## Un modèle de la qualité de l'eau d'un bassin d'alimentation

### • Élaboration du modèle

Plusieurs méthodes ont été appliquées pour déterminer les relations entre les systèmes de culture et les teneurs en nitrates sous les racines.

Sur un échantillon de soixante-cinq parcelles représentant les principaux systèmes de culture et types de sol, des prélèvements ont été réalisés pour le calcul des stocks de nitrates à l'entrée et à la sortie de l'hiver.

Pour un ensemble de parcelles, correspondant à une exploitation agricole, ont été calculés des bilans entre les entrées et les sorties d'azote en appliquant l'indicateur BASCULE (balance azotée spatialisée des systèmes de culture de l'exploitation) [2].

L'implantation de bougies poreuses en plusieurs sites a permis de suivre l'évolution de la qualité de l'eau sous divers couverts végétaux. Pour réaliser ces mesures *in situ*, des dispositifs de bougies enterrées horizontalement ont été mis en place en relation avec les agriculteurs [3]. La négociation avec les agriculteurs portait sur la gêne créée par les capteurs pour les pratiques agricoles. Le choix des parcelles a été arrêté lors de réunions de village. Quinze sites ont ainsi été implantés chez onze agriculteurs en 1989 et dans les cinq communes les plus impliquées dans le périmètre de protection.

Au cours de ces travaux en parcelles, le niveau d'analyse du bassin d'alimentation s'est avéré pertinent. En effet, dans le périmètre de protection, il existe une vingtaine de sources, les unes permanentes, les autres temporaires alimentées par des nappes de subsurface. Or, l'étude en continu de la qualité de l'eau de l'une de ces sources (source du petit Vair) révélait des évolutions des teneurs en

nitrates semblables à celles constatées dans les eaux souterraines, les amplitudes étant évidemment plus faibles dans les eaux souterraines.

Une étude réalisée sur dix-sept sources [4] a montré qu'il existait une bonne adéquation entre la concentration moyenne en nitrates enregistrée au niveau de la source au cours d'un hiver et la concentration moyenne calculée pour le bassin d'alimentation, exprimée par la somme des lixiviations moyennes par précédent cultural multipliée par les surfaces concernées. D'où la possibilité de modéliser les concentrations des teneurs dans chaque parcelle du bassin d'alimentation en prenant en compte, d'une part, la teneur moyenne de la lame d'eau drainée sur chaque parcelle culturale en relation avec le précédent cultural et, d'autre part, la surface de ce précédent cultural sur le bassin.

### • La qualité de l'eau sous les divers couverts végétaux

La concentration en nitrates de la solution du sol en dessous de la zone racinaire dépend en grande partie de l'occupation du sol. Les teneurs les plus élevées s'observent sous maïs et sous colza, les moins élevées sous luzerne, prairies fauchées ou pâturées et sous forêts (tableau 1).

Parmi les cultures pratiquées en Lorraine, le maïs fourrager mérite une attention particulière. En effet, la combinaison des quotas laitiers (diminution du nombre de vaches par élimination des animaux les moins productifs et développement des ateliers de taurillons) et du marché des génisses pleines a entraîné un développement important de cette culture. Les parcelles « favorables » à la culture du maïs étant limitées dans les exploitations, on observe une tendance à accroître les surfaces en monoculture de maïs et à concentrer les apports de déjections animales sur ces surfaces.

### • Prise en compte de la couverture pédologique dans le modèle

Un système d'information géographique a permis de croiser les données des pédologues et des agronomes. Les pédologues ont recensé quatre types de sols en fonction du substrat géologique (dolomie de Vittel, calcaires à cératites, Lettenkohle et sols alluviaux) présentant des potentialités pédoclimatiques très différentes (réserve utile comprise entre 30 et 125 mm). L'analyse spatiale du milieu (sol et topographie) et celle des successions culturales

**Tableau 1**

Nombre et valeurs des mesures de lixiviations des nitrates réalisées de 1989 à 1992 sous les principaux couverts végétaux du site de Vittel (d'après Gaury [4])

Couverts végétaux	Nombre de mesures effectuées	Moyenne (NO <sub>3</sub> en mg/l)	Écart type
Forêts	5	2	–
Prés de fauche	9	19	14
Pâtures	18	31	25
Prairies temporaires	3	28	–
Luzerne	13	23	8
Blé d'hiver	27	46	25
Orge d'hiver	27	46	25
Colza	8	120	52
Céréales de printemps	8	32	20
Maïs fourrager	28	126	77

Nitrate leaching measurements (numbers and values) for the 1989-1992 period under the main types of plant cover at the Vittel site

**Tableau 2**

Surfaces (en %) occupées par les principaux couverts végétaux en 1970 et 1991 dans le bassin d'alimentation choisi en exemple

	1970	1991
Prairie permanente	38	10
Luzerne	12	8
Céréales	39	48
Pois et cultures de printemps	11	0
Colza	0	14
Maïs	0	20

Area (%) under the main types of plant cover in 1970 and 1991

entre les années 1986 et 1991 ont conduit à une bonne appréciation de l'aptitude culturale sur l'ensemble du périmètre et des logiques de répartition des systèmes de culture, permettant une modélisation de leur évolution.

Les prairies permanentes sont localisées sur les sols argileux imperméables et sur les sols à la fois caillouteux en surface, imperméables en profondeur (Lettenkohle et couches à cératites) et proches des villages. Elles ont régressé après retournement en faveur des cultures assolées, en particulier le maïs et le colza, là où le milieu permet la plus grande souplesse vis-à-vis de l'organisation des travaux (bon drainage, bonne portance), là où l'on peut obtenir les meilleurs rendements quels que soient les aléas climatiques (dolomie de Vittel) et dans les secteurs éloignés des villages.

À titre d'exemple nous présentons la carte pédologique au 1/10 000 d'un bassin d'alimentation de 144 hectares (figure 2). Dans ce bassin, les pourcentages des occupations en 1970 et en 1991 indiquent globalement une évolution vers un système intensif se traduisant par un niveau de 49 milligrammes de NO<sub>3</sub> par litre à la source (tableau 2 et figure 3A et B). Cette évolution dépend très étroitement des types de sol et de leurs potentialités. La prairie permanente (10 %) ne s'est maintenue que sur les sols à la fois caillouteux en surface et imperméables en profondeur ; les cultures assolées sans intercalation de prai-

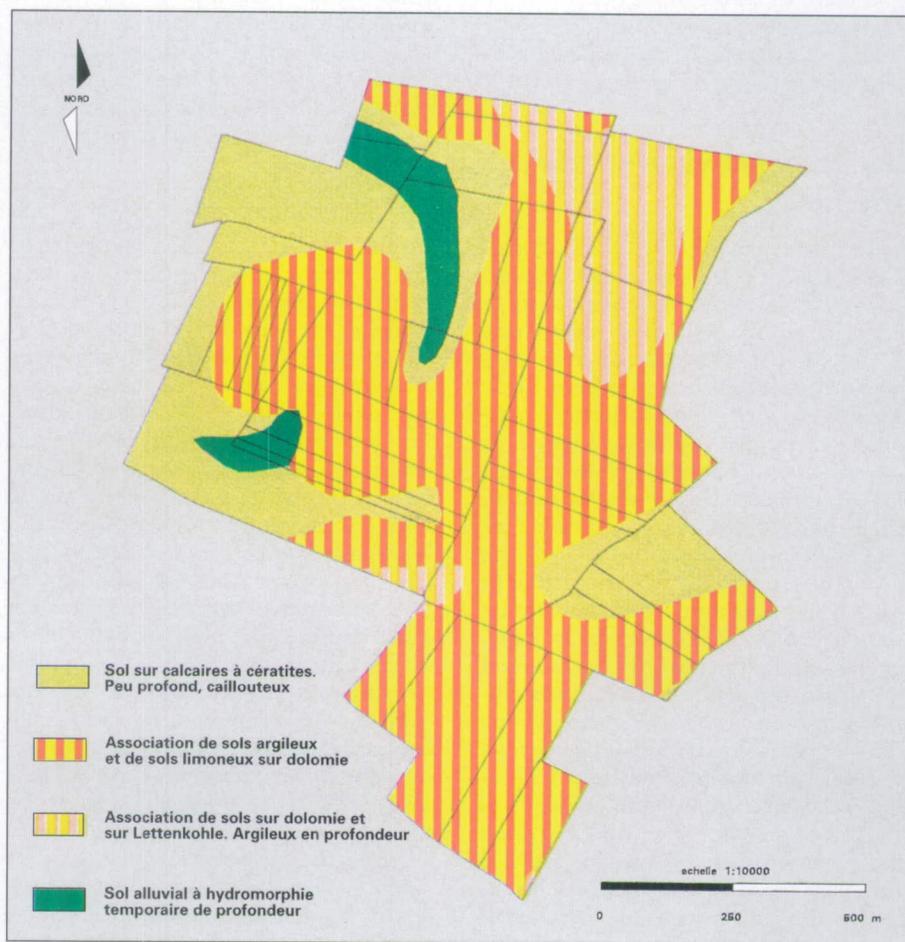


Figure 2. Carte pédologique.

Figure 2. Soil map.

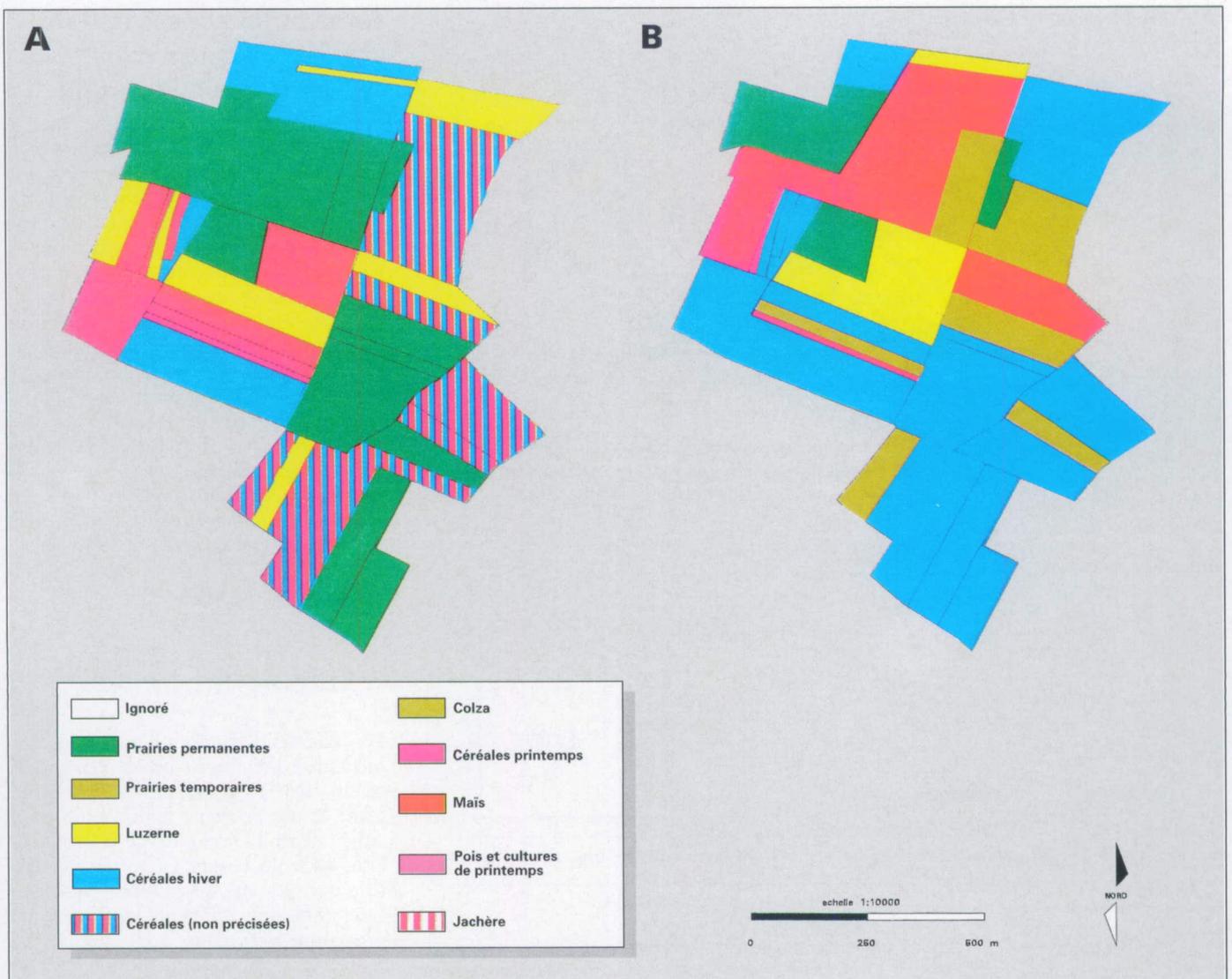


Figure 3. A : carte de l'occupation des sols en 1970. B : carte de l'occupation des sols en 1991.

Figure 3. A : land-use map for the 1970 period. B : land-use map for the 1991 period.

ries temporaires (70,5 %), ont progressé très rapidement sur les sols bien drainés, à bonne portance et réserve en eau, et enfin, les successions comportant la prairie temporaire (18,8 %) se localisent sur les parcelles agricoles présentant les deux types de sol.

• **Prise en compte du fonctionnement hydrologique du bassin d'alimentation**

Le fonctionnement hydrologique de surface dépend étroitement de la topographie des sols, de leurs propriétés hydriques et hydrodynamiques, et de leur répartition.

La combinaison de ces différents éléments conduit à un schéma simplifié des écoulements superficiels (tableau 3). Pour évaluer les flux d'eau concernés par ces différents écoulements, il est indispensable de faire des mesures répétées sur le terrain, permettant notamment de prendre en compte, d'une part, l'influence du climat et, d'autre part, celle du couvert végétal. En définitive, la maîtrise des effluents dans un système agraire dépend de la confrontation, dans l'espace et dans le temps, du fonctionnement des activités agricoles au niveau des exploitations et du fonctionnement

hydrologique dans les bassins d'alimentation des sources.

• **Choix des systèmes de culture dans les bassins d'alimentation**

L'analyse de la localisation des systèmes de culture met en lumière l'effet de deux facteurs déterminants dans les choix d'occupation du sol réalisés par les agriculteurs (figure 4) : le type de sol et la distance des parcelles aux bâtiments d'exploitation, c'est-à-dire, dans la situation d'habitat groupé de Lorraine, la distance au bâti villageois.

## Le taux de concernement des agriculteurs dans le bassin d'alimentation

La qualité de l'eau produite par un système agricole dépend du fonctionnement des activités agricoles et du fonctionnement hydrologique des bassins d'alimentation qui le constituent. La maîtrise de ces deux fonctionnements met en cause deux niveaux de gestion : celui de l'exploitation agricole et celui du bassin d'alimentation (figure 4). La proportion des surfaces gérées par chaque agriculteur dans le bassin (ici quatorze agriculteurs) permet d'identifier ceux qui contrôlent la plus grande part du bassin (figure 5) et d'évaluer un « taux de concernement » des agriculteurs exprimé par le rapport de la surface dans le bassin sur la surface totale de l'exploitation, qui varie de 0,5 à 66 %.

## Vers un « terroir de l'eau »

Les systèmes de cultures d'un bassin d'alimentation définissent un assolement du bassin. De la dynamique de cet assolement et des pratiques agricoles mises en œuvre dépend l'évolution de la qualité de l'eau issue du bassin. La corrélation spatiale des systèmes de cultures « agressifs » avec les bassins d'alimentation s'avère une procédure pertinente pour aborder les problèmes de pollution régionale des eaux souterraines [2]. La gestion des systèmes de culture d'un bassin d'alimentation apparaît ainsi comme l'élément clé de la qualité de l'eau. Comment arbitrer entre les décisions individuelles qui ont leur logique au niveau de l'exploitation (comme le retournement d'une culture de luzerne) et une logique de gestion de bassin qui suppose de limiter cette pratique agressive à une très petite proportion de la surface du bassin ?

Ne peut-on considérer le bassin d'alimentation comme un « terroir de l'eau » ? Dans un milieu physique donné (sol et climat), des acteurs (les agriculteurs) mettent en œuvre des pratiques agricoles dans des parcelles (les systèmes de culture) dont le poids dans l'exploitation est variable (taux de concernement) et dont la production collective est une qualité de la ressource en eau.

En France, 30 670 bassins d'alimentation en eau souterraine ont été inventoriés en

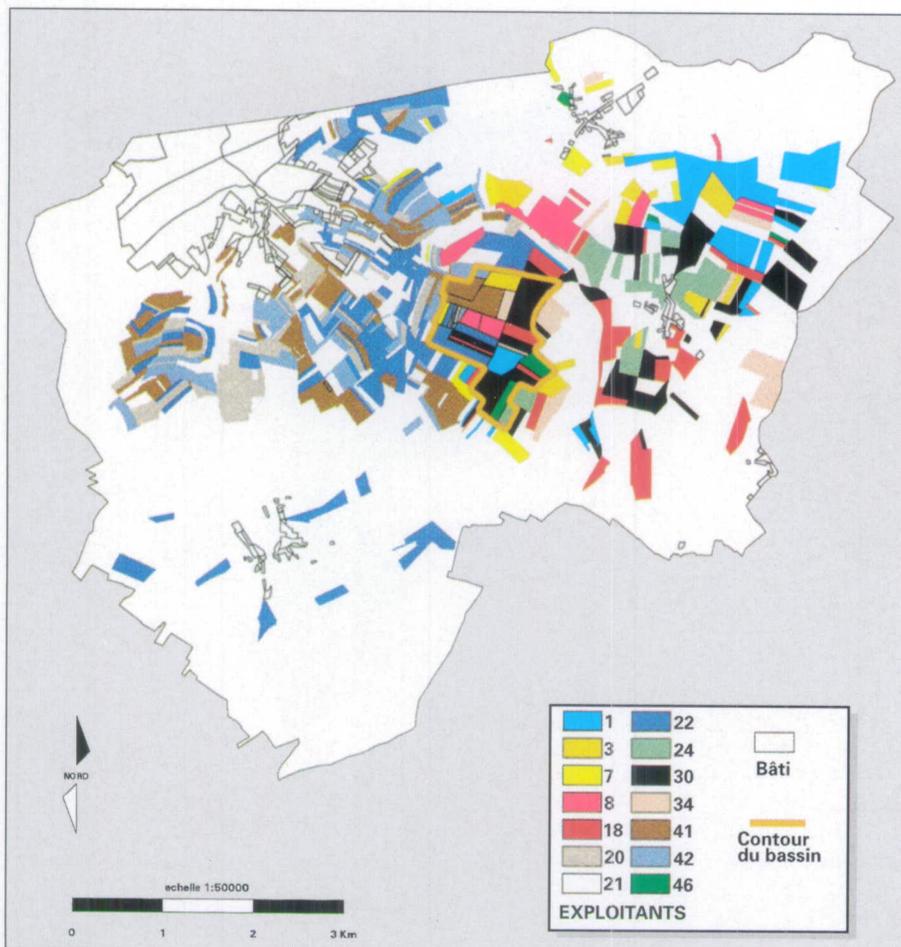


Figure 4. Carte du territoire des exploitations ayant au moins une parcelle dans le bassin d'alimentation.

Figure 4. Map of farms with at least one cropfield in the catchment area.

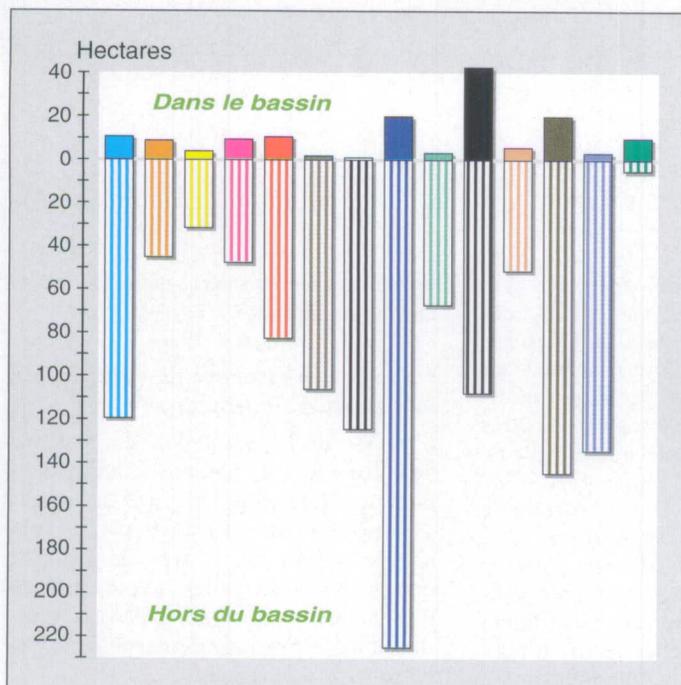


Figure 5. Histogramme des surfaces par exploitation (dans et hors du bassin).

Figure 5. Histogramme of the area cultivated by each farm (within the catchment area and outside).

## Le bassin d'alimentation peut-il être un objet de gestion ? Le point de vue d'un économiste

Les résultats obtenus par les agronomes, les pédologues et les informaticiens montrent que le bassin d'alimentation est une unité territoriale au niveau de laquelle il est possible de mettre la qualité de l'eau en relation avec l'utilisation du sol. Ce résultat attire l'attention de l'économiste, notamment sur deux plans : celui de la gestion des exploitations agricoles concernées par le bassin et celui de la gestion collective du bassin.

Les économistes ne se sont intéressés que récemment aux problèmes de gestion qui font référence à plusieurs acteurs [1]. En règle générale, ce type de phénomène est analysé à partir de concepts, tels que le marché, la concurrence, le contrat ou l'évaluation contingente, et de modèles, tels que la théorie de jeux. Par ailleurs, pour analyser les modifications et les conséquences qu'entraîne, sur le fonctionnement des exploitations, la prise en compte des contraintes résultant d'un cahier des charges établi au niveau du bassin, les économistes ruraux, en particulier ceux qui travaillent sur la gestion des exploitations agricoles, ont élaboré des concepts (comportement adaptatif, modèle d'action, système famille-exploitation, cycle de vie des exploitations), des outils (programmation linéaire) et des méthodes (approche globale, diagnostic technico-financier).

Ces deux types d'approches conviennent-ils à l'étude du problème que pose l'articulation de la gestion de l'exploitation agricole (individuelle) avec celle du bassin d'alimentation (collective) ?

Rappel des données du problème :

- un bassin d'alimentation est exploité par plusieurs acteurs économiques (agriculteurs, forestiers...);
- la portion du territoire du bassin que chaque agent utilise fait partie d'un système de production (taux de concernement);
- les acteurs du bassin ont des stratégies différentes, voire contradictoires.

La qualité finale de l'eau dépend des actions individuelles des différents acteurs présents sur le bassin. Pour qu'il y ait gestion collective, il faut donc que les acteurs reconnaissent que le bassin est un niveau pertinent de gestion. Ils doivent élaborer des règles, des critères de jugements ainsi que des mécanismes de coordination et de régulation.

Comment aborder alors le problème de la gestion du bassin, gestion qui doit assurer à la fois la qualité de l'eau (logique industrielle) et la reproduction des exploi-

tations agricoles (logique individuelle agricole), gestion qui exige par ailleurs qu'un processus d'apprentissage individuel et collectif se mette en place ?

Une première solution est de créer un marché qui assure l'équilibre entre la qualité de l'eau et la rentabilité des exploitations. On peut donc imaginer, par exemple, l'émission de « droits à polluer » négociables entre les acteurs. Il faut donc fixer la quantité totale permise d'intrants au niveau du bassin. La relation entre les types de sol, les modes de culture et les quantités de  $\text{NO}_3$  lessivables doit être précisée; faute de quoi, il est possible d'avoir recours au principe du moindre risque. Dans le cas de ce scénario marchand, les prix seront établis par la loi de l'offre et de la demande; ils seront l'instrument des régulations entre les acteurs. Quoi qu'il en soit, il est nécessaire de créer une instance de contrôle pour assurer le respect du cahier des charges.

Un deuxième scénario, que l'on qualifie de bureaucratique [2], peut consister en l'établissement, par un des acteurs - l'État, les Agences de l'eau -, d'un plan optimal d'utilisation du sol. Dans une telle situation, chaque acteur doit faire ce que le schéma directeur autorise. Afin de contrôler le bon fonctionnement de l'utilisation du bassin, l'organisme gestionnaire peut appliquer des pénalités à ceux qui ne respectent pas le contrat. Ce scénario est très proche de ce qui se passe actuellement dans les filières où l'agriculteur participe à la production de la qualité mais pas nécessairement à sa définition ni à sa gestion.

Une troisième voie, peut-être plus difficile mais plus prometteuse, est d'analyser le problème de la gestion des bassins d'alimentation à la lumière de la théorie économique des organisations\* et des recherches en gestion [3]. Elle peut être qualifiée de gestion partenariale, ce que Godard appelle la gestion patrimoniale négociée [4]. Cette perspective renvoie à l'étude du fonctionnement de l'exploitation en tenant compte des multiples relations qu'elle entretient avec son environnement. Elle renvoie également à l'analyse de la situation en termes de « gestion contractuelle ». Celle-ci prend en compte à la fois les objectifs internes (et les rationalités des acteurs) et les objectifs que l'on pourrait qualifier d'externes, qui correspondent à un projet collectif. L'agriculteur, de même que les autres acteurs, participe à son élaboration et à la définition des règles de fonctionnement et des critères d'évaluation.

*suite de l'encadré p. 104*

### Tableau 3

Relation entre la topographie, les sols et les types d'écoulement de l'eau dans la région de Vittel

Situation topographique	Unité de sol	Perméabilité	Type d'écoulement
Plateau et haut de pente	Dolomie et Lettenkohle	Élevée/faible	Vertical/vertical latéral
Versant	Calcaire à cératites	Nulle	Latéral
Fond de vallon	Sols alluviaux	Nulle	Nappe en hiver

Relationship between topography, type of soil and runoff in the Vittel region

Dans cette voie, quel rôle la recherche peut-elle ou doit-elle jouer dans l'élaboration d'un projet commun ? D'un point de vue technique, la recherche est capable de définir des bassins d'alimentation, à partir des données pédologiques et hydrauliques, et de justifier les limites définies par des types de sols et un système de circulation de l'eau. Pour les économistes-gestionnaires, deux voies sont possibles :

- observer l'évolution de la situation des mécanismes de régulation et des modalités de coordination ;
- intervenir, en mettant en place une recherche-action (recherche participative, recherche clinique) sur l'élaboration d'un projet commun, et rendre compatibles activité agricole et protection de l'environnement. Dans le premier cas, les chercheurs adoptent la position d'un observateur extérieur, les méthodes de recherche sont celles de l'anthropologie, de la sociologie et des sciences de la gestion pour analyser la stratégie des acteurs et leur livrer un diagnostic de la situation ainsi que des scénarios d'évolution. Ce sont donc les acteurs qui devront traduire les recommandations en plans d'actions. Dans le second cas, la recherche-action conduite par une équipe interdisciplinaire doit centrer le travail sur la définition d'un objectif

commun. Le diagnostic sera réalisé avec les acteurs et un regard particulier sera porté aux acteurs en présence et aux jeux des relations. L'élaboration des solutions devra non seulement fixer le cadre technologique mais également le cadre organisationnel, les règles et les dispositifs de gestions. La mise en place des solutions ainsi que l'analyse des modifications et des conséquences sur le fonctionnement des exploitations et du bassin devront favoriser un processus d'apprentissage individuel et collectif. Cette démarche n'est possible que si les acteurs s'engagent dans la formulation du problème, dans le traitement ainsi que dans la mise en place des solutions.

Si les acteurs n'ont pas jusqu'ici reconnu les bassins comme un objet de gestion, ce point de vue et en train de s'imposer. En effet, dès 1992, 30 670 bassins d'alimentation ont été répertoriés qui devront faire l'objet de modes adaptés de gestion. Le programme AGREV ainsi que les différentes expériences OGAF-Environnement sont des lieux d'expérimentation où la recherche doit fabriquer des connaissances actionnables [5].

Eduardo Chia,  
INRA-SAD, Dijon

## Can the catchment area be managed ? An economist's viewpoint

\* L'organisation est une unité économique de coordination ayant des frontières identifiables et fonctionnant de façon relativement continue, en vue d'atteindre un objectif ou un ensemble d'objectifs partagés par les membres participants.

Les caractéristiques sont : un ensemble de participants ; une entente, implicite ou explicite, sur certains objectifs et des moyens pour exprimer son accord avec ces objectifs ou pour s'en dissocier (contrats, grèves, etc.) ; une coordination formelle, définissant une structure caractérisée par son degré de complexité (la hiérarchie), par des règles et procédures (la formalisation), et par son degré de centralisation (la décision).

1. Lorino P. *L'Économiste et le Manager*. Paris : La Découverte, 1989 ; 228 p.

2. Weber J, Crozier J, et al. *L'Acteur et le système*. Paris : Coll. Points-Seuil, 1977.

3. Mienard C. *L'Économie des organisations*. Paris : La Découverte, coll. Repères, 1990.

4. Godard O. Environnement, modes de coordination et systèmes de légitimité : analyse de la catégorie de patrimoine naturel. *Revue Économique* 1990 ; 41 : 215-42.

5. Argyris C. *Savoir pour Agir*. Paris : Éd. InterEditions (Édition française), 1995.

## Summary

### Agriculture and water quality: an interdisciplinary approach to nitrate pollution in a catchment basin

M. Benoît, J.-P. Deffontaines, F. Gras, E. Bienaimé, R. Riela-Cosserat

*This interdisciplinary research programme, aimed at determining the conditions required to control water quality in groundwater areas, was prompted by a question put forward by a mineral water production company. The underlying hypothesis of the programme is that water quality is related to how agricultural systems function, i.e. interactions between all participants and their activities in the area. Two analytical models were favoured: a crop field and a spring catchment basin. A nitrate transfer model was designed and revealed that the mean winter nitrate concentrations recorded at the spring were dependent on the sum of prior mean nitrate transfers under each crop field, multiplied by the surface area of the field within the spring catchment basin. An analysis of solutions of soils obtained from under plant roots, revealed higher nitrate concentrations under maize and rapeseed (1989-1992 means: 126 and 120 mg/l), and lower levels under alfalfa, hayfields, pastures and forests (23, 19, 31 and 2 mg/l, respectively). The results indicate that spatiotemporal aspects of how technical systems function on farms in the catchment area, as well as the hydraulics of the spring catchment basin, are essential factors to be considered for controlling effluents from farming systems. Nevertheless, separate decisions made with respect to farms within the watershed should be compatible with the overall objectives for the area. It could be interesting to consider this whole area as a water territory for the purposes of collaborative water quality control.*

*Cahiers Agriculture* 1997 ; 6 : 97-105.

1992. C'est autant de terroirs de l'eau qui supposent une gestion et sans doute la reconnaissance d'une nouvelle fonction pour les agriculteurs : celle de coproduction de la qualité de l'eau. Tel est d'ailleurs le sens des CLE (Comités locaux de l'eau) créés pour mettre en œuvre les SAGE (Schémas d'aménagement et de gestion des eaux) dans le cadre de la loi sur l'eau ■

## Références

1. Deffontaines JP, et al. *Agriculture et qualité de l'eau. Diagnostic et propositions pour un périmètre de protection, 1989-1992*. Paris : INRA-SAD, 1993 ; 334 p.
2. Benoît M. Un indicateur des risques de pollution azotée nommé « BASCULE » (balance azotée spatialisée des systèmes de culture de l'exploitation). *Fourrages* 1993 ; 129 : 95-110.
3. Barlier J. Pose et fonctionnement de sites à bougies poreuses en situation agricole. Mesures des fuites des solutions du sol sous la zone exploitée par les racines. *Cahiers des techniques INRA* 1991 ; 26 : 37-46.
4. Gaury F. Systèmes de culture et teneurs en nitrates des eaux souterraines. Dynamique passée et actuelle en région de polyculture-élevage, sur le périmètre d'un gîte hydrominéral. Thèse ENSA-Rennes, INRA-SAD, 1992 ; 233 p. + annexes.

## Résumé

Une question posée par une entreprise de production d'eau minérale est à l'origine d'un programme de recherche interdisciplinaire visant à préciser les conditions d'une protection de la qualité de l'eau sur le périmètre.

L'hypothèse qui sous-tend le programme est que la qualité de l'eau dépend du fonctionnement du système agraire, c'est-à-dire des relations entre des acteurs et leurs activités sur un territoire ; de cette hypothèse dépend la structuration du programme de recherche. Deux niveaux d'analyse sont privilégiés : la parcelle de culture et le bassin d'alimentation des sources. Il ressort que la maîtrise des effluents dans un système agraire dépend de la confrontation dans l'espace et dans le temps du fonctionnement des systèmes techniques au niveau des exploitations et du fonctionnement hydraulique dans les bassins d'alimentation des sources.

Cela suppose un arbitrage entre les décisions individuelles qui ont leur logique au niveau de l'ensemble des exploitations concernées par le bassin d'alimentation.

**UNE REMARQUABLE  
MISE AU POINT**



**Gérard DEBRY**  
1993, broché  
556 pages  
De nombreux tableaux récapitulatifs  
ISBN : 2-7420-0025-9  
**350 FF**

**Pour la première fois dans l'édition médicale,  
une analyse complète sur le café : composition,  
consommation, effets sur la santé**

- Le café, boisson essentiellement conviviale, a-t-il des effets bénéfiques ou néfastes sur les systèmes nerveux et cardiovasculaire, sur les appareils digestif et respiratoire ou sur les autres organes ?
- Le café a-t-il des répercussions sur la stérilité, la grossesse ou l'allaitement ?

## Bon de commande

Éditions John Libbey Eurotext 127, avenue de la République  
92120 Montrouge - FRANCE Tél : 33 (1) 46 73 06 60 Fax : 33 (1) 40 84 09 99



Je désire recevoir :

**Sucres et Santé** ..... 550 FF  
Frais de port forfaitaires ..... 30 FF  
Total : ..... **580 FF**

NOM : .....

Prénom : .....

Adresse : .....

CP : ..... Ville : .....

Pays : .....

**Ci-joint mon règlement  
d'un montant de : FF**

Par chèque, à l'ordre des Éditions John Libbey Eurotext

Par carte bancaire :

Visa  Eurocard/Mastercard  American Express

Carte N° | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Date d'expiration : | | | | | | | |

Signature :

L'agrégation Communication 1995