

LA POLLUTION AGRICOLE EN BRETAGNE : SITES À RISQUE

Jean-Louis Belloncle, Daniel Cluzeau*

Laurence Hubert-Moy, Adeline Cotonnec, Luc Richard**

RÉSUMÉ. Pour restaurer la qualité de l'eau en Bretagne, il faut définir des secteurs d'intervention prioritaires où seront modifiées les pratiques agricoles. Pour se doter d'un premier document de partition de l'espace, traduisant un niveau d'intensification agricole, on a intégré des images satellitaires dans un SIG et défini des classes d'occupation du sol sous contrainte afin de cartographier l'extension du maïs, culture à risque en termes de transfert de polluants. On se dote ainsi facilement d'un indicateur de hiérarchisation des risques de pollution agricole diffuse par sous-bassin-versant.

ABSTRACT. To restore the quality of water in Brittany, the sectors of priority intervention where agricultural practices will be modified must first be defined. In order to have a basic distribution document reflecting a level of agricultural intensification, satellite images were integrated in a GIS and soil occupation classes were defined under constraint in order to map the extension of maize, the cultivation of which is under threat from the transfer of pollutants. We therefore have a simple hierarchical indicator of the risks of diffuse agricultural pollution through flashy sub-catchment.

RESUMEN. Para restaurar la calidad del agua en Bretaña, hay que definir sectores de intervención prioritarios en los que se modificarán las prácticas agrícolas. Para dotarse de un primer documento de división del espacio, traduciendo un nivel de intensificación agrícola, se han integrado imágenes de un satélite en un SIG y definido clases de ocupación obligada del suelo a fin de cartografiar la extensión del maíz, cultivo de riesgo en términos de transferencia de contaminantes. Se tiene así fácilmente un indicador de jerarquización de los riesgos de contaminación agrícola difusa por la subcuenca.

• BASSIN-VERSANT • BRETAGNE • POLLUTION DIFFUSE • QUALITÉ DES EAUX • SIG • TÉLÉDETECTION

BRITTANY, DIFFUSE POLLUTION, GIS, FLASHY CATCHMENT, WATER QUALITY, TELEDETECTION

• BRETAÑA • CALIDAD DEL AGUA • CONTAMINACIÓN DIFUSA • CUENCA • TELEDETECCIÓN

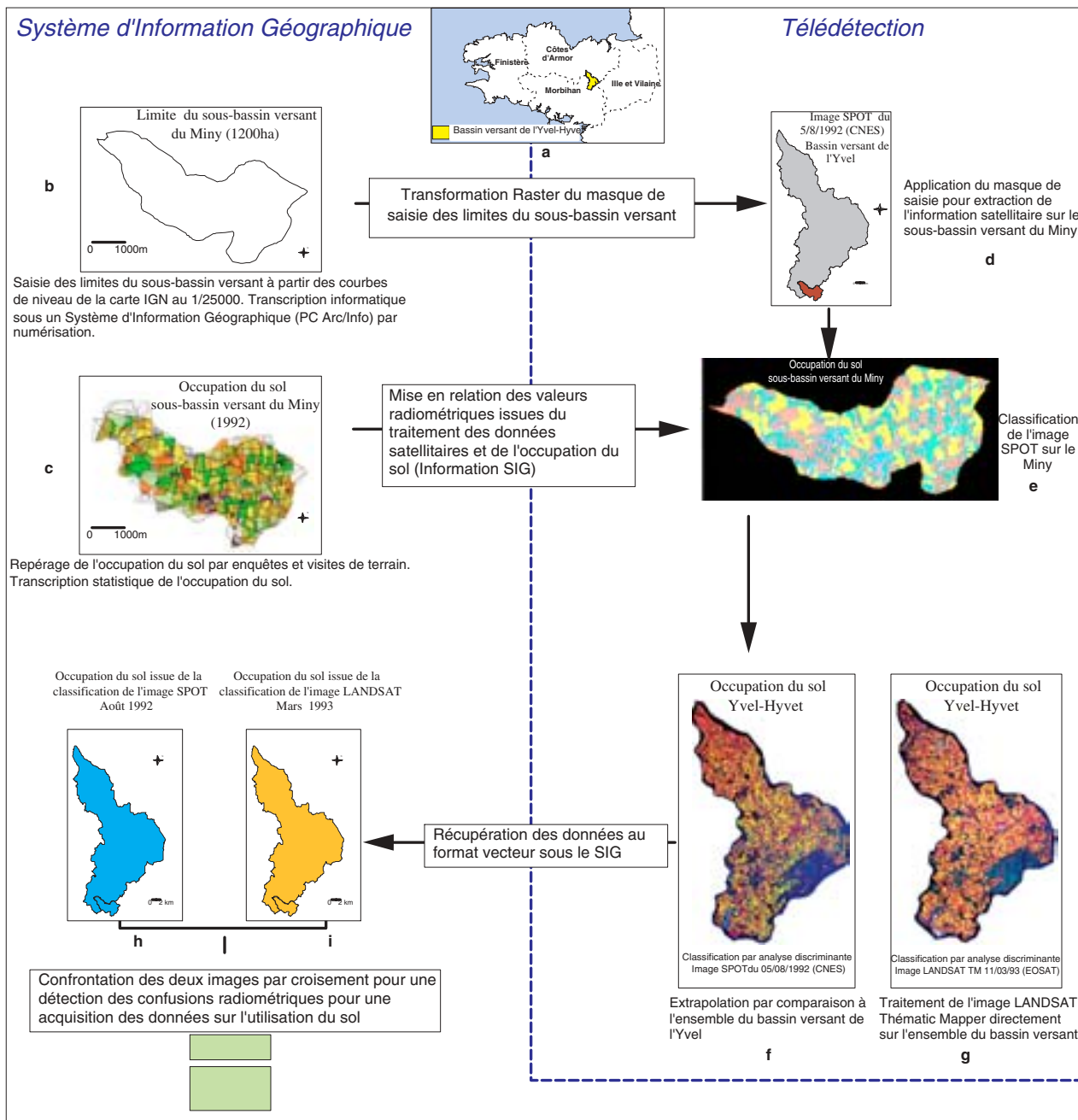
L'agriculture bretonne, sous l'influence des politiques agricoles menées depuis les années cinquante, a connu une intensification importante. Le changement de l'utilisation des sols et des pratiques agricoles a profondément modifié les paysages agraires à travers, notamment, l'augmentation de la taille des parcelles et l'arasement des haies et talus. Ces bouleversements, associés à une utilisation massive de fertilisants chimiques et de produits phytosanitaires, sont à l'origine de problèmes tels que le changement du régime hydrologique ou la dégradation de la qualité des eaux.

La détérioration de la qualité de l'eau en Bretagne au cours de ces dernières années a pris une telle ampleur qu'une remise en question de la gestion de l'espace a dû rapidement s'effectuer. C'est dans cette optique que les premiers

contrats de bassins versants ont été engagés en 1996, dans le cadre du programme Bretagne Eau Pure II (BEP II) (1). Ils visent à restaurer la qualité de l'eau en modifiant en particulier les pratiques agricoles dans certains secteurs. Cela suppose au préalable de définir rapidement des zones d'interventions prioritaires. Or la situation actuelle est le résultat de processus complexes d'interactions entre les interventions anthropiques et les composantes du milieu, très difficiles à modéliser : la compréhension des mécanismes qui engendrent des transferts d'éléments polluants au sein d'un bassin-versant nécessite une connaissance très approfondie à la fois des milieux et des pratiques agricoles, ce qui n'est actuellement réalisable que sur des surfaces limitées à quelques milliers d'hectares. Il s'agit donc, dans un premier temps, non pas de déterminer un indice de

* Station Biologique de Paimpont, URA 1853, Université de Rennes I. Tél. : 02 99 61 81 80, Fax : 02 99 61 81 87, E-mail : bioger4@univ-rennes 1.fr

** COSTEL, URA 1687, Université de Rennes 2. Tél. : 02 99 14 18 48, Fax : 02 99 14 17 85, E-mail : laurence.hubert@uhb.fr



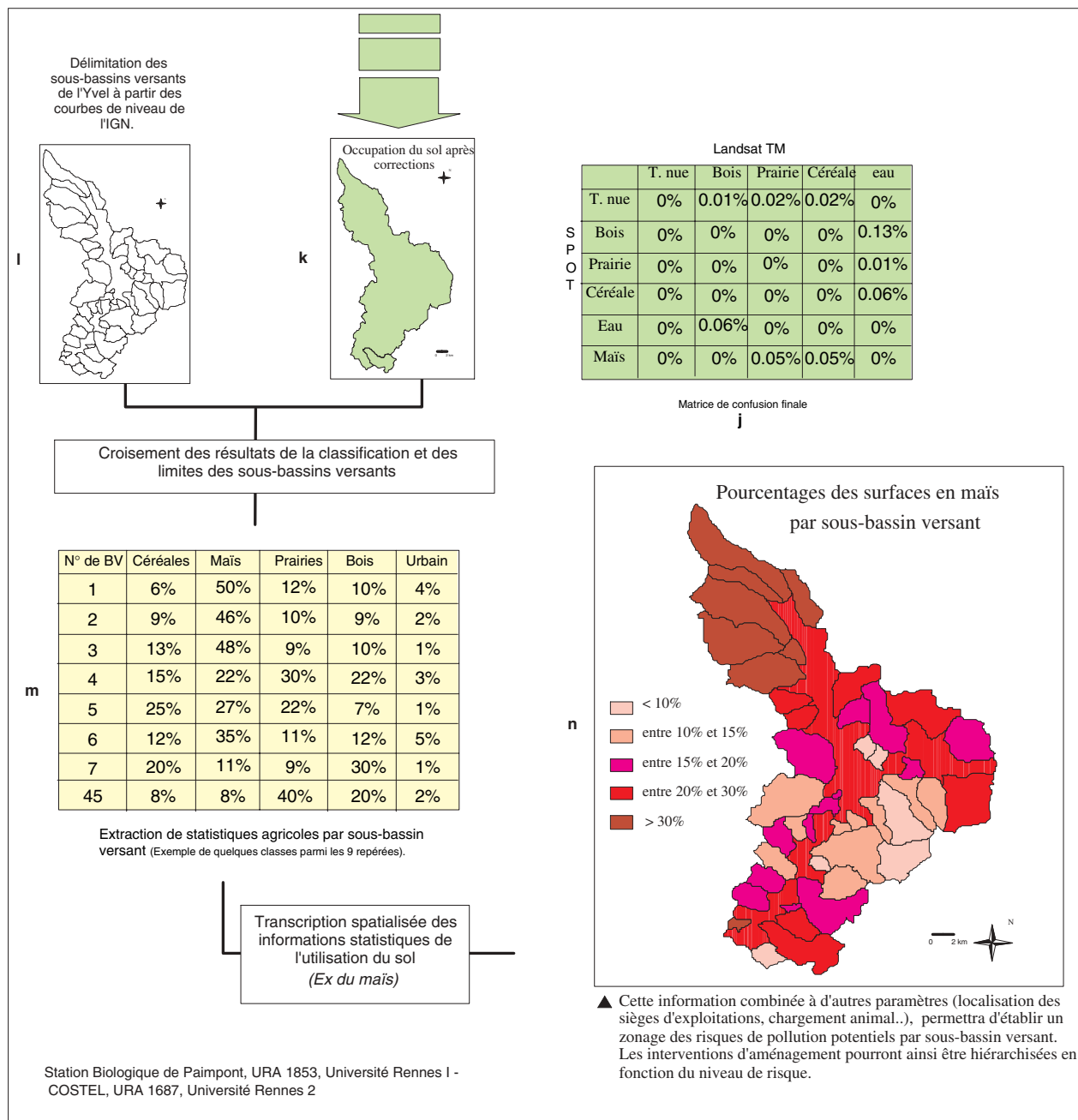
1. La base de données

risque de pollution validé sur un bassin-versant expérimental, mais de se doter d'un premier document de partition de l'espace recouvrant un large bassin-versant.

Le mode d'occupation des sols est résolument un indicateur du niveau d'intensification de l'agriculture. Il s'agit donc de définir, au moyen de données facilement accessibles et

réactualisables, les modes d'utilisation des sols traduisant une agriculture intensive.

Le présent travail mené sur le bassin-versant de l'Yvel-Hyvet (région de Ploërmel 56) vise à classer les différentes parties du bassin-versant potentiellement «contributives à la pollution diffuse» en fonction de la couverture végétale.



L'étude de la répartition spatio-temporelle de l'utilisation des sols est réalisée à travers l'intégration d'images satellitaires dans un SIG.

Constitution d'une base de données à référence spatiale à deux niveaux scalaires (fig. 1, de a à n)

Le bassin-versant de l'Yvel-Hyvet, d'une superficie de 370 km², a fait l'objet du premier contrat de bassin-versant

passé dans le cadre du programme BEP II (a). Situé dans une zone d'agriculture intensive, il est soumis à une pollution diffuse, ses teneurs en nitrates à l'exutoire étant passées de 8 mg/l en 1980 à un maximum de 62 mg/l en 1990 (Norme OMS : 50 mg/l).

La base de données a été constituée à travers un SIG (pc Arc/Info) à partir d'un découpage de l'ensemble en unités hydrologiques fonctionnelles correspondant à 46

sous-bassins versants d'une surface moyenne de 1 200 ha. Deux niveaux d'observation sont privilégiés.

- Celui d'un sous-bassin-versant expérimental sur lequel sont acquises de façon exhaustive toutes les informations concernant la couverture végétale qui seront nécessaires à l'élaboration et à la validation de la cartographie de l'utilisation des sols sur la totalité du bassin-versant de l'Yvel-Hyvet (b et c).

Parallèlement, ce sous-bassin-versant constitue un terrain d'expérimentation tant sur la compréhension des mécanismes de pollutions diffuses que sur les actions opérationnelles qui seront appliquées ultérieurement aux sous-bassins versants de l'Yvel-Hyvet désignés comme prioritaires à l'issue de la hiérarchisation. Un ensemble de données sont intégrées dans le SIG, concernant les facteurs liés à la sensibilité du milieu relative à la pression polluante (pentes, expositions, substrat, sols, paysages agraires, climat...), et à la pression polluante elle-même (cultures, pratiques culturales...). Cette caractérisation aboutira à un diagnostic fin visant à mettre en évidence les zones dites «contributives à la pollution», et permettra d'identifier les zones où des aménagements seront entrepris (modifications des pratiques culturales et d'élevage, reconstitution d'un réseau bocager, réaménagement de zones humides de bas-fonds de vallées...).

- Celui de l'ensemble du bassin-versant de l'Yvel-Hyvet sur lequel ne sont actuellement collectées que les données relatives à la définition d'un indicateur de hiérarchisation de l'espace en zones plus ou moins affectées par une pollution agricole diffuse.

La qualité de l'eau est fortement liée aux systèmes culturels : les taux de nitrates mesurés aux exutoires des bassins versants procèdent de la succession des types de cultures mis en place sur une parcelle. Or la monoculture de maïs a été identifiée comme le système le plus polluant avant les rotations où interviennent exclusivement le maïs et les céréales. Ces systèmes de cultures peuvent être liés soit aux exploitations où le système de production est orienté vers les élevages hors-sol (porc, volaille et système laitier «zéro pâturage»), soit aux exploitations sans élevage mais qui importent des déjections sur leurs parcelles. La répartition spatiale d'un système culturel où le maïs est introduit apparaît donc comme un indicateur pertinent du niveau de pression azotée sur un secteur.

La cartographie des surfaces cultivées en maïs et en céréales est réalisée à partir de données de télédétection. Deux images satellitaires ont été acquises, à des dates différentes, l'une à la fin de l'été et l'autre en hiver (août 1992 et mars 1993), simultanément aux enquêtes de terrain. Le traitement des documents aux deux dates permet d'une part d'éliminer les confusions spectrales entre les cultures de maïs et de céréales avec d'autres thèmes d'occupation du sol et d'autre part d'analyser la répartition spatiale des sols nus en hiver susceptibles de recevoir des effluents.

En raison du nombre très limité d'images enregistrées sur la Bretagne centrale dû à la faible répétitivité du passage des satellites et à une couverture nuageuse importante, nous avons acquis des images provenant de deux capteurs (Spot et Landsat) aux caractéristiques complémentaires : Spot, avec une plus forte résolution spatiale (20 x 20 m) permet de bien appréhender le petit parcellaire, et Landsat Thematic Mapper, avec une plus large résolution spectrale, permet de mieux identifier les végétaux.

Les images ont été classées par analyses discriminantes pas à pas. Pour l'image d'été, caractérisée par une grande diversité de modes d'occupation des sols, une première classification a été effectuée sur le sous-bassin-versant du Miny (e), puis extrapolée après validation (c) à l'ensemble du bassin-versant de l'Yvel-Hyvet (f). Certaines classes d'occupation du sol qui n'apparaissent pas sur le sous-bassin-versant expérimental ont été définies dans la phase d'extrapolation et complètent la nomenclature définie pour la cartographie finale. L'utilisation du sol en hiver étant plus réduite, l'image du mois de mars a fait l'objet d'une classification calculée directement sur la totalité du bassin-versant (g).

La production de statistiques agricoles par sous-bassins versants

Dans un premier temps, les images classées sont analysées séparément, leur validation étant effectuée à partir des enquêtes de terrains et des photographies aériennes de l'été 1992 et de l'hiver 1993. L'image Spot d'été fait apparaître clairement les sols nus après céréales et cultures de protéagineux. La classe maïs occupe 21% des cultures : des confusions résultent de la similitude des réflectances spectrales de cette culture avec les prairies, et dans une moindre mesure des landes et jeunes boisements. Par ailleurs, les sols nus l'hiver après céréales et maïs sont répertoriés sans ambiguïté à partir de l'image Landsat TM.

La confrontation des deux classifications permet d'obtenir une cartographie plus exacte de la répartition des cultures sur l'année 1992.

Après corrections géométriques, les deux fichiers images sont introduits dans le SIG, afin de procéder à un croisement des deux couvertures (h et i). L'analyse de la matrice de confusion permet d'une part d'isoler la couverture végétale stable (bois et landes, eau, surfaces artificialisées, une grande partie des prairies..., et d'autre part d'émettre des hypothèses afin d'améliorer le score de classement des pixels dans les thèmes cultureux. Des règles de décision par itérations successives sont définies en fonction des rotations culturales les plus probables déterminées à partir des calendriers agricoles et des enquêtes de terrains. Ainsi, à chaque couple de valeurs correspondant à deux classes d'occupation du sol, il est possible d'affecter la culture de maïs ou de céréales selon un mode déductif.

La matrice de confusion du document résultant (j) fait apparaître une nette amélioration du classement : le nombre de pixels mal affectés est très faible sur la totalité du bassin-versant (2% de la surface), et négligeable en ce qui concerne le maïs et les céréales (respectivement 0,1% de maïs et 0,2% de céréales).

La phase ultime du traitement est le croisement de la couverture d'occupation des sols avec les limites des sous-bassins versants, qui permet une représentation de la répartition des cultures et la production de statistiques par unité hydrologique fonctionnelle (l et m).

Exemple d'un zonage de secteurs soumis à une pollution agricole diffuse

La cartographie de la répartition du maïs, culture considérée comme étant à risque notamment par rapport au transfert de nitrates et produits phytosanitaires par sous-bassin-versant, montre qu'il est possible d'effectuer une première classification des sous-bassins versants de l'Yvel-Hyvet potentiellement contributifs à une pollution agricole diffuse (n).

Cette première cartographie ne prétend pas prendre en compte l'ensemble des phénomènes régissant les problèmes de pollution agricole diffuse, mais correspond à une première étape du zonage des sites d'intervention pour la mise en œuvre d'actions efficaces sur la restauration de la qualité de la ressource en eau. À un autre niveau d'analyse,

confrontée à d'autres paramètres tels que la nature et la densité des élevages, la longueur de linéaire hydrologique..., elle permettra de dégager, au sein même des sous-bassins versants, une zonation des sites d'intervention prioritaires.

La première phase de mise au point du traitement des données est assez longue : classification des images, puis intégration, confrontation et validation sous le SIG. Cependant les différents processus de traitement sont actuellement aisément reproductibles dans l'optique d'une mise à jour régulière, l'acquisition d'images satellitaires exploitables demeurant actuellement la seule contrainte.

Cette méthode assez simple dans le principe permet de déterminer, à partir de statistiques agricoles produites sur une grande surface géométrique, un indicateur des risques de pollution agricole diffuse.

(1) Programme d'actions opérationnelles et expérimentales défini pour cinq ans, dont les objectifs sont la préservation et la restauration de la qualité de la ressource en eau. Les actions sont définies par unité hydrologique fonctionnelle : le bassin-versant

Références bibliographiques

- CONESSEC C., MARACCHI G., MASELLI F., ROMANI M., BOTTAI L., 1992, «Integration of remotely sensed Data into GIS for the Assessment of Land Suitability». *EARSEL, Advances in Remote Sensing*, Vol. 1, p. 173-179.
- DLOUHY Y., BELLONCLE J.-L., LE MEDEC Y., HENOFF G., CLUZEAU D., 1995, «Des actions sectorielles à une approche intégrée : étude du bassin-versant de démonstration du Miny». *Les Cahiers du BIOGER*, vol. 4/1995, 170 p.
- GASCUEL-ODOUX C., HUBERT-MOY L., ROBIN P., WALTER C., 1994, «Quelle échelle est pertinente pour définir les paramètres de fonctionnement d'un modèle hydrologique en milieu agricole intensif ?». *Rapport final, Programme Environnement du CNRS «Méthodes, Modèles et Théories»*, 46 p.
- LAUNAY M., HUBERT-MOY L., 1995, «Approche spatiale du risque de pollution diffuse en milieu agricole intensif : application à un affluent de l'Elorn (Bretagne Ouest)». *Actes des deuxièmes rencontres de THEO QUANT*, Besançon, 4 et 5 octobre 1995 (à paraître).
- LE MEDEC Y., BELLONCLE J.-L., DLOUHY Y., HENOFF G., CLUZEAU D., 1995, «Des actions sectorielles à une approche intégrée : étude du bassin versant d'actions renforcées de l'Yvel-Hyvet», *Les Cahiers du BIOGER*, Vol. 5/1995, 255 p.
- MIMAULT S., 1993, «Les pratiques agricoles susceptibles d'engendrer une pollution nitrique sur le bassin-versant du Naizin : diagnostic et propositions», *Mémoire de DAA, INRA, Paris-Grignon*, 93 p.