HAL open science

Etude des facteurs de transfert des produits phytosanitaires vers des étangs piscicoles en Dombes, zone humide continentale associant prairies et cultures

Dominique Vallod, M Flandin, P Chavallard, L Fourrié, Benoit Sarrazin

To cite this version:

Dominique Vallod, M Flandin, P Chavallard, L Fourrié, Benoit Sarrazin. Etude des facteurs de transfert des produits phytosanitaires vers des étangs piscicoles en Dombes, zone humide continentale associant prairies et cultures. Fourrages, 2008, 193, pp.51-63. hal-04094542

HAL Id: hal-04094542

https://isara.hal.science/hal-04094542v1

Submitted on 11 May 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Fourrages (2008) 193, 51-63

Etude des facteurs de transfert des produits phytosanitaires vers des étangs piscicoles en Dombes, zone humide continentale associant prairies et cultures

D. Vallod[1], M. Flandin[1], P. Chavallard[1], L. Fourrié[2], B. Sarrazin[1]

En Dombes, le système agro-piscicole a pour but d'exploiter de manière intégrée et complémentaire les étangs piscicoles et les parcelles agricoles qui constituent leur bassin versant. Une évolution vers des systèmes céréaliers au détriment des surfaces fourragères marque le territoire ; quel peut en être l'impact sur l'écosystème aquatique et le transfert de substances actives phytosanitaires ?

RÉSUMÉ

La description de la composition paysagère d'un échantillon de bassins versants d'étangs montre une combinaison de céréales, prairies et forêts. L'analyse de situations contrastées du point de vue du risque de transfert à l'aide d'une méthode de hiérarchisation des sites a été réalisée. En préalable à l'étude du devenir de ces molécules dans l'écosystème étang, cette approche basée sur une information spatialisée et des données de terrain conduit à l'élaboration d'un outil d'aide à la sélection et à la caractérisation de sites pertinents. Les premières analyses indiquent que le nombre et les concentrations en matières actives présentes dans les prélèvements réalisés dans des zones à dominante céréalière sont en moyenne nettement supérieurs à ceux effectués en zones fourragères.

MOTS CLÉS

Ain, bassin versant, eau, gestion du territoire, méthode d'estimation, pesticide, pollution de l'eau, prairie, système d'exploitation.

KEY-WORDS

Ain, catchment basin, estimation method, farming system, grassland, land management, pesticide, water, water pollution.

AUTEURS

1 : ISARA Lyon - AGRAPOLE ; 23, rue Jean Baldassini, F-69364 Lyon cedex 07 ; vallod@isara.fr

2 : ACTA ; 149, rue de Bercy, F-75595 Paris cedex 12

1. La Dombes, une zone humide singulière

Les étangs : richesse spécifique de la Dombes

La Dombes est une zone humide continentale d'environ 800 km^2 située au nord-est de l'agglomération lyonnaise. Ce plateau d'origine glaciaire, légèrement ondulé, est marqué par la présence de **plus d'un millier d'étangs** occupant des dépressions topographiques naturelles. Il s'agit de véritables réservoirs de biodiversité, exploités dans le cadre d'activités piscicoles et cynégétiques, procurant à cette région une richesse écologique extraordinaire.

L'étang piscicole est une masse d'eau vidangeable par un ouvrage systématiquement positionné sur la digue principale. Son caractère d'eau stagnante et sa faible profondeur en font un écosystème aquatique particulier, fortement conditionné par des facteurs externes comme le climat, la nature des bassins versants d'alimentation, et des facteurs internes, tels que la structure des chaînes alimentaires et les interventions du pisciculteur (fertilisation, amendements).

La pisciculture traditionnelle est un élevage à caractère extensif. La carpe est le poisson par excellence sélectionné pour sa croissance et la qualité de sa chair. Le produit d'une pêche comprend généralement 60 à 65% de carpes et 3 à 10% de brochets. En moyenne, les rendements sont de l'ordre de 200 à 220 kg/ha de poissons. Avec 2 000 tonnes de poissons par an, la Dombes est la première région productrice de poissons d'étang en France.

Le système agro-piscicole de la Dombes

D'un point de vue agronomique, le système qualifié d'agro-piscicole (BÉRARD et MARCHENAY, 1981 ; SOULARD, 2005) a pour but d'**exploiter de manière intégrée** et complémentaire les étangs piscicoles et les parcelles agricoles qui constituent leur bassin versant. Tous les étangs, vidangés chaque hiver pour la récolte du poisson, sont alternativement en eau (phase d'évolage) puis cultivés tous les 3 à 5 ans (phase d'assec). Traditionnellement, il s'agit d'un cycle triennal, mais la période d'évolage tend à s'allonger et l'assec a parfois tendance à ne plus être pratiqué. La mise en eau s'effectue soit directement après la pêche, soit après des travaux d'entretien du fond d'étang si nécessaire, soit après la récolte de la culture d'assec. L'activité cynégétique (gibier d'eau), très lucrative, contribue à restreindre la fréquence d'assec car l'ouverture de la chasse intervient avant la récolte de la culture. Pour remédier à ce problème, de plus en plus de gestionnaires remettent en eau l'étang sans récolter le maïs semé sur l'assec. Ainsi, d'une part le gibier d'eau revient sur l'étang, et d'autre part le maïs est consommé par les poissons durant la campagne piscicole.

Rappelons que la structure foncière de la Dombes n'est pas partout favorable à l'unicité des propriétés bassin versant - étang. Cela peut rejaillir sur la cohérence du fonctionnement agro-piscicole et notamment sur les enjeux autour de la ressource en eau.

Les systèmes de culture céréaliers axés sur le maïs et le blé **se sont considérablement développés** sur le territoire de la Dombes. Globalement, ce changement d'orientation des structures d'exploitation, accompagné par des campagnes de drainage des terres, s'est exercé en substitution des systèmes d'élevage et par conséquent des surfaces en herbe. La part des terres arables cultivées s'est alors fortement accrue dans l'occupation du sol du plateau **à partir de la décennie 1970-1980. Les prairies ont régressé mais néanmoins pas disparu**. Le nord de la Dombes reste une région consacrée à l'élevage laitier et allaitant.

Suite à cette évolution du paysage agraire, malgré un relief globalement peu pentu et peu variable, **les sols ont été rendus plus sensibles à l'érosion et aux transferts de solutés**. Les questions relatives à la qualité de l'eau, principal vecteur de matières à l'entrée et à la sortie du système, conduisent à s'intéresser au fonctionnement hydrologique qui assure la connectivité entre bassins versants et étangs.

2. Un hydrosystème sensible au fonctionnement complexe

Fonctionnement hydrologique des chaînes d'étangs

L'exploitation et la gestion des étangs piscicoles confèrent aux bassins versants un fonctionnement hydrologique tout à fait particulier. L'aménagement des multiples chaînes d'étangs représente une forme de maîtrise de l'eau sur des substrats limoneux très imperméables. L'alimentation des plans d'eau est tributaire des précipitations canalisées par de multiples structures anthropiques. Cependant, **le remplissage de la majorité des étangs dépend en grande partie d'homologues situés en amont**. Ce fonctionnement autorise chaque année la conservation d'une grande partie de la masse d'eau à l'échelle de l'ensemble de la zone humide.

Lorsque les plans d'eau sont proches, il est relativement aisé d'identifier les chaînes d'étang et leur hiérarchie hydrologique. Mais bien souvent un réseau important de fossés parcourant le territoire permet aux étangs parfois distants de plusieurs kilomètres de communiquer. La coordination entre les gestionnaires s'appuie sur des règles rigoureuses appelés "droits d'eau" (BÉRARD, 1983). Ces dispositions permettent aux étangs en aval de recueillir l'eau qui met fin à leur assec à l'exception de ceux situés en tête de bassin dont l'alimentation est strictement dépendante du climat. Afin d'assurer la répartition et la régulation des flux d'eau au travers des chaînes d'étangs, les gestionnaires disposent d'ouvrages de type empellements positionnés en des points stratégiques du réseau de biefs.

Fonctionnement hydrologique des bassins versants d'étangs

Les mécanismes de transferts hydrologiques sont de différents types. A l'échelle de la parcelle agricole, les processus concernés sont le ruissellement et les écoulements sub-surfaciques. Le premier est rapidement pris en charge par des structures de surface telles que des fourrières, des dérayures et surtout des rigoles issues de techniques spécifiques de travail du sol. Le second correspond à un écoulement horizontal de l'eau dans le sol causé par des ruptures de perméabilité. Il est souvent canalisé par des collecteurs de drainage sur les parcelles équipées. Ces masses d'eau sont transférées vers les fossés les plus proches, puis vers les biefs qui alimentent directement les étangs.

La forte connectivité hydrologique bassin versant - étang doit satisfaire **un double objectif : le premier est d'assainir efficacement les parcelles agricoles** afin de maintenir leur potentiel agronomique. Les horizons pédologiques de surface sont en effet très hydromorphes et imperméables. Ce constat est valable pour la quasi-totalité du plateau de la Dombes, à l'exception des zones d'affleurement de la moraine glaciaire sous-jacente, plus perméable. Le second objectif est de **contribuer au remplissage des étangs pour la production piscicole**. Le niveau de l'étang doit atteindre son maximum au printemps pour garantir le bon déroulement de la saison de production. Lorsque le niveau est suffisant, l'eau excédentaire transite dans une rivière de détourne. L'étang fonctionne alors de manière isolée. Compte tenu des déficits pluviométriques réguliers ces dernières années, cette situation s'est raréfiée.

Une ressource vulnérable ?

- Transfert et devenir des produits phytosanitaires dans les étangs

En Dombes, le fonctionnement du réseau hydrographique d'origine anthropique vient court-circuiter les zones tampons potentielles telles que les prairies ou haies positionnées en bordure d'étang. La diminution des surfaces fourragères au profit des grandes cultures céréalières conduit donc à s'interroger sur la répartition spatiale des parcelles présentant des pratiques de protection phytosanitaire. **La densité et la connectivité de ces parcelles** dans le paysage **contrôlent le degré d'exposition des étangs** au danger potentiel que représentent les effets non intentionnels des matières actives.

En effet, le transfert de matières actives phytosanitaires provenant de parcelles agricoles traitées vers des étangs a été caractérisé en Dombes (VALLOD et KECK, 2002). **Des teneurs significatives de produits phytosanitaires ont été mesurées** ponctuellement dans des fossés d'alimentation d'étangs suite à des épisodes pluvieux. Ces premières analyses ont confirmé également que le nombre et les concentrations en matières actives présentes dans **les prélèvements réalisés dans des zones à dominante céréalière sont en moyenne nettement supérieurs à ceux effectués en zones fourragères** (SARRAZIN, 2002).

L'étang dombiste est à la fois un support de production piscicole et un milieu écologique remarquable. **La pisciculture d'étang, activité traditionnelle** en marge des productions agricoles, **se place comme un modèle de développement durable**, capable de fournir des produits piscicoles de qualité. Cette qualité est directement liée à la préservation de l'écosystème aquatique dans lequel se déroule le cycle d'élevage. La problématique des transferts hydrologiques, du bassin versant vers l'étang, de produits phytosanitaires utilisés dans les systèmes céréaliers de Dombes suscite de nombreuses interrogations. Les enjeux de développement territorial autour de signes de qualité garantissant la reconnaissance de la pisciculture d'étang soulèvent la question des impacts potentiels sur la production piscicole.

- La volonté d'une approche intégrée de la parcelle au poisson

L'hydrosystème dombiste se prête particulièrement bien à une approche intégrée des questions relatives à la dispersion et à l'impact des matières actives phytosanitaires par le biais du système bassin versant - étang. Ce système constitue la maille unitaire du paysage hydrologique de Dombes centrale jusqu'à ce que les chaînes d'étangs se connectent aux cours d'eau qui prennent naissance sur le plateau. La taille souvent modeste de ces bassins versants permet de décrire aisément leur fonctionnement.

Le réceptacle des eaux qui s'écoulent dans les biefs constitue une masse d'eau stagnante qui facilite l'étude du devenir des matières actives dans l'écosystème aquatique. Ainsi, la Dombes permet une approche intégrée du système étang - bassin versant *via* **trois objets d'étude** :

- **le bassin versant**, ses modes d'occupation du sol et, en particulier, l'importance des systèmes de cultures en tant que sources potentielles de pollution diffuse ;
- **l'exposition de l'étang** par l'analyse des facteurs de risque (caractéristiques du réseau hydrographique, présence de zone tampon…) ;
- **la vulnérabilité de l'écosystème étang** et le devenir des substances dans la chaîne trophique, en particulier dans le poisson en tant qu'organisme intégrateur.

L'action de recherche en cours "Traitements phytosanitaires et qualité des poissons d'étangs" piloté par l'ITAVI et l'ACTA a pour objectif d'évaluer la contamination des écosystèmes aquatiques d'étangs de Dombes (Ain) et de Brenne (Indre) par des produits phytosanitaires. Dans le but de mieux comprendre dans quelle mesure ces régions piscicoles sont vulnérables, il est essentiel de s'intéresser à l'exposition de ces masses d'eau aux transferts de matières actives. Dans cet objectif, nous n'aborderons ici que les premiers travaux engagés pour décrire la situation de la Dombes à l'aide d'une approche spatialisée sur un échantillon d'étangs. Cette segmentation des situations bassin versant - étang permet d'évaluer la pertinence des choix des sites d'étude pour les prélèvements et expérimentations. Ces situations d'étangs feront ensuite l'objet d'un travail plus approfondi en s'appuyant sur une méthode de hiérarchisation de leur exposition au flux de substances actives.

3. Description géographique du système bassin versant - étang

Caractérisation multisite des bassins versants d'étangs

Une description spatialisée des situations d'étangs dombistes a été réalisée sur **un échantillon de 33 étangs** choisis aléatoirement sur l'ensemble du territoire. Compte tenu du nombre élevé de sites, la photo-interprétation à partir d'**imagerie aérienne** (BD Ortho - IGN 2005) dans un **système d'information géographique** a été mise en œuvre pour fournir des variables d'occupation du sol (tableau 1). Notons qu'à cette échelle fine de travail et compte tenu du relief très peu variable de la zone, les méthodes d'extraction automatique des bassins versants à partir de modèles numériques de terrain sont inefficaces. Les limites des bassins versants ont donc été reconstituées à l'aide d'informations complémentaires des données altimétriques telles que les structures linéaires du paysage, supports potentiels du cheminement de l'eau. Ces choix ont fait l'objet de validation de terrain en cas d'incertitude sur des éléments paysagers à inclure ou exclure des bassins. Ainsi, différents objets surfaciques et linéaires ont pu être décrits sur chaque site :

- l'étang : superficie, forme, position dans la chaîne ;
- le bassin versant : contours, superficie, occupation du sol ;
- les linéaires de haies et de fossés.

Les caractéristiques du bassin versant peuvent agir sur l'intensité des transferts de matières actives phytosanitaires. L'analyse des principales **formes d'occupation du sol** permet de distinguer les différentes situations rencontrées (figure 1).

La compréhension des mécanismes de transfert entre le bassin versant et l'étang amène tout d'abord à considérer **le niveau d'influence du bassin versant sur l'étang**. On distingue différentes situations, suivant l'importance du bassin versant par rapport à l'étang. L'eau de remplissage peut provenir uniquement des précipitations produites sur le bassin versant. C'est le cas pour les étangs situés en tête de chaîne. Sur d'autres étangs situés en position intermédiaire, l'eau de remplissage provient de deux processus : la vidange de(s) l'étang(s) situé(s) en amont dans la chaîne et les précipitations intervenues sur le bassin versant au cours de l'année. Dans ces deux cas, les caractéristiques du bassin versant peuvent agir sur les transferts possibles de matières actives

TABLEAU 1 : **Statistiques de distribution des principales variables descriptives de l'échantillon des 28 situations d'étangs** qui possèdent un bassin versant (BV) d'alimentation.

*TABLE 1 : **Distribution statistics of the main descriptive factors of the sample of the 28 sites of ponds** with a catchment basin (BV).*

	Surface de l'étang (ha)	**Surface du BV** (ha)	**Ratio des surfaces BV / étang**	**Part de forêt** (%)	**Part de cultures** (%)	**Part de prairies** (%)
Moyenne	16,6	49,3	3,9	23	38	19
Médiane	13,2	42,0	2,6	12	42	16
Écart-type	10,1	35,1	3,4	27	26	17
Minimum	4,5	8,6	0,6	0	0	0
Maximum	41,6	154,5	11,3	94	80	58

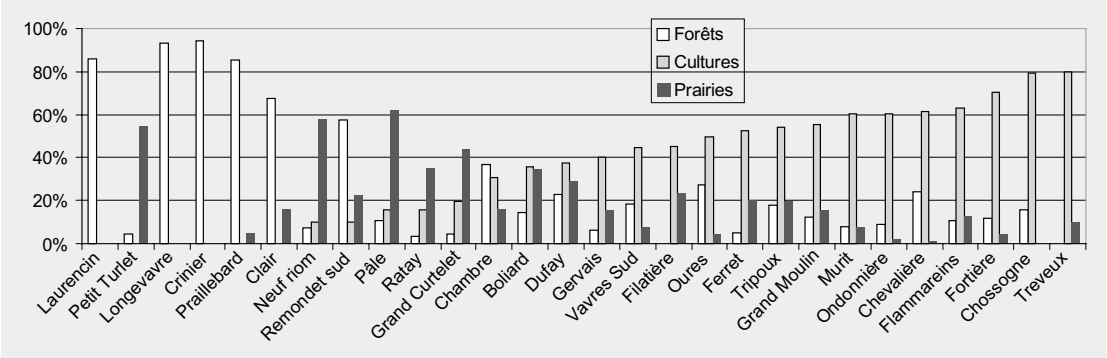

FIGURE 1 : **Composition paysagère des 28 bassins versants d'étangs étudiés, classés selon la part de surface cultivée.**

*FIGURE 1 : **Landscape make-up of 28 catchment basins of ponds, graded according to the proportion of arable land**.*

phytosanitaires vers l'étang. En revanche, sur six étangs, le bassin versant est de taille non significative et contribue très peu au remplissage de l'étang. Ces étangs se remplissent intégralement par la vidange de(s) étang(s) situé(s) en amont dans la chaîne. Leur exposition aux produits phytosanitaires dépend donc de processus différents des transferts hydrologiques de surface.

Sur plusieurs bassins versants d'étangs, les parcelles cultivées sont peu représentées. Toutefois, les terres cultivées apparaissent sur plus de 2/3 des bassins (figure 1), ce qui confirme la prédominance des cultures sur ce territoire. La taille moyenne des parcelles est de 3 ha. Sur quelques bassins versants, la surface est même occupée pour plus de la moitié par des cultures. La **présence importante des cultures** modifie nécessairement le fonctionnement hydrologique du bassin versant, dans le sens d'un **accroissement des coefficients de transfert hydrologique**. La présence de drainage agricole et également la faible couverture végétale au moment du remplissage des étangs en période hivernale favorisent la mobilité de l'eau dans le sol. Dans ce type de situation, il existe des possibilités de transfert de matières actives phytosanitaires vers l'étang lorsque les systèmes de culture sont consommateurs de ces intrants.

Les prairies sont plus rares et n'occupent souvent qu'une petite partie du bassin, sauf sur quelques étangs où la part de prairie peut atteindre plus de 40%. Dans ce type d'occupation du sol, la végétation limite le ruissellement de surface et favorise l'infiltration de l'eau. La forêt est également présente sur un grand nombre de bassins versants, en moyenne aux alentours de 23% de la surface.

Cette caractérisation spatiale réalisée sur plus de 30 sites répartis sur l'ensemble de la Dombes révèle la diversité de situations que l'on peut rencontrer sur le millier d'étangs que compte ce territoire. Ce type d'analyse a permis de décrire **des profils de bassin versant d'étang** en Dombes. Elle met en évidence des situations potentiellement plus exposées que d'autres aux transferts de produits phytosanitaires. Les sites choisis pour l'étude se placent dans ce gradient sans apparaître en position extrême. Leur choix apparaît cohérent et représentatif même s'il ne s'agit pas de situations présentant une exposition maximale au transfert de produits phytosanitaires.

Toutefois, on ne pourra conclure sur le risque potentiel de transfert qu'en décrivant plus finement le fonctionnement hydrologique des sites où prédominent des cultures dont la conduite comprend **un itinéraire technique de protection chimique qu'il s'agira également d'intégrer dans l'analyse du risque**. L'utilisation de photographies aériennes couplées à des enquêtes et des observations de terrain a été mise en œuvre en 2007 pour préciser l'étude du risque potentiel de contamination des étangs en proposant une hiérarchisation des situations les unes par rapport aux autres.

Evaluation du niveau d'exposition des étangs aux transferts

La description spatialisée des 33 étangs a mis en évidence la grande diversité des situations étang - bassin versant en Dombes. La variabilité des types d'occupation du sol sur le bassin versant laisse supposer des **expositions contrastées** au danger que peuvent représenter les substances actives phytosanitaires. Dans l'objectif d'une connaissance plus approfondie et généralisable de la vulnérabilité des étangs piscicoles, la question se pose de l'évaluation du risque de contamination des eaux d'un étang. Comment peut-on distinguer des situations les unes par rapport aux autres ?

La présence dans les milieux aquatiques des produits phytosanitaires a généralement pour origine deux phénomènes distincts :

- **la pollution diffuse**, qui résulte principalement de l'entraînement vers les milieux aquatiques des produits phytosanitaires appliqués au champ. Elle peut se manifester à la suite d'usages conformes à la réglementation ;

- **la pollution ponctuelle** qui résulte le plus souvent d'une erreur de manipulation ou d'une négligence.

TABLEAU 2 : **Facteurs de risques retenus pour l'évaluation de l'exposition des étangs de la Dombes au transfert hydrologique de produits phytosanitaires.**

*TABLE 2 : **Risk factors taken into consideration for the assessment of the exposure of the Dombes ponds to the transfer by water of pesticide products**.*

Facteur n°	Descriptif	Classes	Niveau de risque	Contribution au rang SIRIS
1	Pression Polluante (PP) Part de surface cultivée sur le bassin versant	PP < 5%	-	0
		5% < PP < 20%	0	4
		20% < PP < 60%	+	8
		PP > 60%	++	16
2	Capacité d'Alimentation (CA) Ratio surface étang / surface bassin versant	CA < 0.5	-	0
		0,5< CA < 0,9	0	6
		CA > 0,9	+	12
3	Risque lié à la localisation du parcellaire Prise en compte de trois caractéristiques des parcelles : pente, proximité au réseau hydrographique, zone tampon	Indice composite en classe	-	0
			0	4
			+	8
4	Densité de drainage (DD) Réseau hydrographique en mètre / hectare	DD < 5	-	0
		5 < DD < 20	0	2
		DD > 20	+	4
5	Capacité des Fossés à la Rétention-Dégradation (CFRD) Prise en compte de trois caractéristiques des fossés : enherbement, état du fond du lit, encombrement	CFRD forte	-	0
		CFRD moyenne	0	1
		CFRD faible	+	2

L'approche développée ici s'intéressera uniquement aux transferts diffus vers les eaux superficielles, susceptibles d'engendrer une contamination chronique.

Le transfert par ruissellement de molécules phytosanitaires a été mis en évidence depuis de nombreuses années par détection de matières actives dans les ruisseaux ou fossés agricoles. En sortie de parcelles agricoles, ces pertes sont très variables d'une étude à l'autre mais sont comprises entre 0,1 et 10% des quantités appliquées (KREUGER, 1998 ; LECOMTE, 1999 ; JERGENTZ *et al.*, 2005 ; DU PREEZ *et al.*, 2005 ; CESSNA *et al.*, 2001 ; LOUCHARD *et al.*, 2001 ; BEERNAERTS *et al.*, 2001 ; MUNN et GRUBER, 1997 ; GARMOUNA *et al.*, 1996 ; BOWMAN *et al.*, 1993). A une échelle plus vaste comme celle du bassin versant hydrographique, l'organisation spatiale du paysage contrôle les phénomènes de concentration ou de dilution des contaminations atteignant la ressource à protéger (COLIN, 2000).

- Adaptation d'une méthode d'estimation de la vulnérabilité des étangs au transfert de matières actives phytosanitaires

La méthode SIRIS a été utilisée sur 4 sites d'études afin de caractériser leur exposition. Il s'agit d'un cadre méthodologique pouvant être appliqué à de nombreux domaines d'étude du risque. Son application au risque de transfert des produits phytosanitaires (AUROUSSEAU *et al.*, 1998) a été adaptée afin de prendre en compte les spécificités et les enjeux de la région d'étude. Cinq facteurs de risque ont été retenus dans la démarche SIRIS. La position hiérarchique du facteur détermine son poids dans le calcul final du rang, dont la valeur maximale possible dans notre étude est de 42 (tableau 2). Plus le facteur est considéré comme important dans le processus étudié, plus les modalités critiques de la variable qui le représente contribuent lourdement à la valeur du rang.

La part en culture sur le bassin versant est souvent citée comme le facteur le plus déterminant pour qualifier la vulnérabilité d'une ressource en eau (CESSNA *et al.*, 2001 ; LOUCHARD *et al.*, 2001 ; NG *et al.*, 1995 ; LECOMTE, 1999). La description multisite des bassins versants fait apparaître un gradient dans la proportion de surface en culture sur les bassins versants de Dombes. **La surface traitée** peut être considérée comme **le premier facteur de risque** : plus sa part est grande, plus le risque est élevé. La capacité d'alimentation de l'étang apparaît ensuite comme un des facteurs clefs dans la caractérisation de l'exposition d'un étang. Il s'agit du rapport de surface entre le bassin versant et l'étang. Plus le ratio est élevé, plus la part d'eau d'alimentation directe provenant du bassin versant est élevée (tableau 1).

Outre **l'importance de la zone cultivée par rapport à la taille du bassin** (facteur 1), **ses caractéristiques propres** peuvent aussi modifier le niveau de contamination des eaux (facteur 3) : la pente de la parcelle (AUROUSSEAU *et al.*, 1998), la proximité au réseau hydrographique ainsi que la présence d'une zone tampon enherbée en aval de la parcelle (MADRIGAL *et al.*, 2002 ; SOUILLER et L'HELGOUALCH, 2000) sont les éléments les plus importants dans la caractérisation du risque à l'échelle parcellaire.

La création de **fossés** pour alimenter les étangs court-circuite les zones tampons potentielles. Ceux-ci provoquent aussi une accélération et un accroissement du flux d'eau et de matières actives (MARGOUM *et al.*, 2003). Plus leur réseau est dense, plus le risque de transfert est important (facteur 4). Bien que les fossés facilitent les écoulements d'eau vers l'étang, ils possèdent néanmoins une capacité à la rétention/dégradation des matières actives, qui peut en partie expliquer des différences de niveau de pollution à l'arrivée de l'eau dans l'étang (facteur 5) (MARGOUM *et al.*, 2003 ; KAO *et al.*, 2002).

- Illustration sur deux sites contrastés

Le premier bassin versant présente une part importante en prairie (figure 2a). Seules deux parcelles cultivées participant à l'alimentation de l'étang sont susceptibles de contribuer aux apports de substances actives. Le niveau d'exposition de l'étang atteint dans ce cas un rang calculé de 19, ce qui correspond à un niveau de risque intermédiaire.

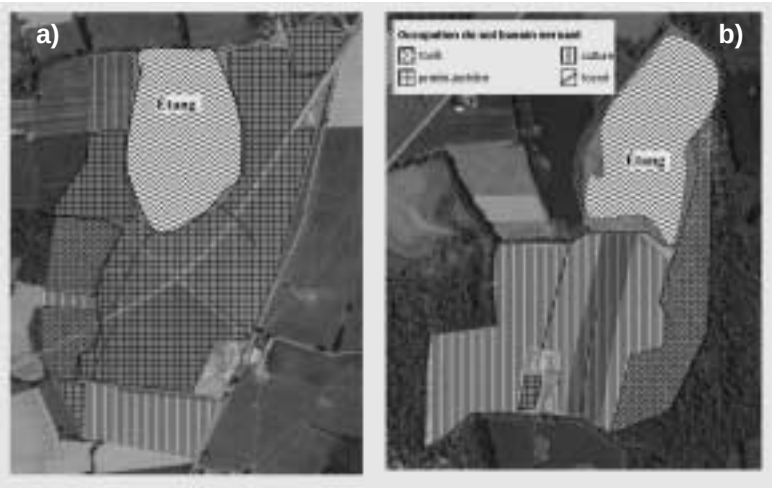

FIGURE 2 : **Cartographie de 2 bassins versants d'étangs : a) à dominante prairies , b) à dominante cultures** (image BD-ortho IGN©).

*FIGURE 2 : **Mapping of 2 catchment basins of ponds : a) with a dominance of pastures, b) with a dominance of arable crops** (BD-ortho IGNimage©).*

Dans le second cas, l'étang reçoit de l'eau provenant essentiellement de parcelles cultivées en blé et en maïs (figure 2b). L'étang obtient un rang élevé de 40, principalement à cause de cette proportion importante de surface en culture sur son bassin versant.

En parallèle de la description des sites et de la méthode présentée, des enquêtes sur les pratiques de protection des cultures et un suivi analytique de matières actives phytosanitaires à l'arrivée de l'eau dans l'étang sont en cours (2007). Les premiers résultats des enquêtes et des premières analyses confirment que la présence de prairies sur le bassin versant tend à réduire les quantités de produits phytosanitaires exportées vers l'étang. Même si les prairies sont fortement représentées dans l'occupation du sol, le fonctionnement hydrologique spécifique des bassins versants semble constituer un facteur clé d'exposition des étangs, particulièrement en conditions très pluvieuses. Le nombre et l'intensité des événements pluvieux sont en effet souvent cités comme l'élément déterminant des quantités de matières actives transférées (BOWMAN *et al.*, 1993 ; DOUSSET *et al.*, 2004 ; GAYNOR *et al.*, 2001 ; KALITA *et al.*, 2006 ; LECOMTE, 1999 ; LOUCHARD *et al.*, 2001 ; SCHIAVON *et al.*, 2000).

Conclusion

La Dombes est une zone humide fortement anthropisée où l'agriculture occupe une place importante dans le paysage, en relation étroite avec la pisciculture d'étang. Cette association singulière amène à considérer le système étang - bassin versant lorsque l'on s'intéresse aux transferts hydrologiques de matières actives phytosanitaires et à leur devenir dans l'écosystème aquatique.

La part de surface cultivée des bassins versants d'étangs est un facteur clé contrôlant la pression polluante exercée par les systèmes de culture consommateurs d'intrants. Sur les 33 sites considérés, cet indicateur suit un gradient. Ce dernier révèle un niveau d'exposition variable des étangs piscicoles. La mise au point d'une méthode hiérarchique d'estimation du risque de transfert des substances phytosanitaires, intégrant plusieurs facteurs de risque adaptés au système étang - bassin versant de Dombes, a pour objet de distinguer plus finement les situations et d'étudier leur significativité face au très grand nombre d'étangs présents à l'échelle de l'ensemble de la zone humide. Les premiers résultats d'analyse disponibles viennent confirmer les hypothèses issues de la description. Des matières actives phytosanitaires ont été retrouvées dans des prélèvements d'eau de ruissellement. Il s'agit principalement d'herbicides des cultures de printemps et, dans une moindre mesure, de fongicides du blé. L'étang dombiste semble donc vulnérable aux transferts de produits phytosanitaires, particulièrement si de nombreux épisodes pluvieux coïncident avec la période des traitements.

Il semble pour l'instant que les sites *a priori* faiblement exposés du fait d'une nette prédominance de surface en herbe dans le bassin versant et *a fortiori* autour de l'étang ne soit pas indemnes de transferts de matières actives du fait d'une forte connectivité hydrologique des bassins. En Dombes, c'est exclusivement la proportion de surface en herbe qui peut agir sur la réduction des contaminations (réduction de la pression polluante et effet de dilution) et non pas la localisation des prairies par rapport aux étangs.

Ces premiers résultats méritent toutefois une validation de terrain plus approfondie, à l'aide d'un suivi sur plusieurs années prévu dans le projet de recherche en cours (enquêtes sur les pratiques phytosanitaires et recherche de résidus de substances actives dans différents compartiments de l'écosystème étang).

Intervention présentée à la Journée de l'A.F.P.F.,
"Prairies, fourrages et impacts sur la qualité de l'eau",
le 17 décembre 2007.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AUROUSSEAU P., GASCUEL-ODOUX C., SQUIVIDANT H. (1998) : "Eléments pour une méthode d'évaluation d'un risque parcellaire de contamination des eaux superficielles par les pesticides",. *Étude et gestion des sols*, n°5, vol 3, 143-156.

BEERNAERTS S., DEBONGNIE P., DE VLEESCHOUWER C., DELVAUX A., PUSSEMIER L. (2001) : "Réduction de la présence de résidus de produits phytosanitaires dans un petit bassin agricole belge", *Ingénieries, numéro spécial Phytosanitaires*, 135-142.

BÉRARD L. (1983) : *Terres et eaux en Dombes ; technologie et droit coutumier*, Lyon, Presses universitaires de Lyon, 186 p.

BERARD L., MARCHENAY P. (1981) : "Ethnologie et écologie d'un système agro-piscicole: les étangs de la Dombes", *Le monde alpin et rhodanien*, 2e et 3e trimestre, pp. 69-102.

BOWMAN B.T., WALL G.J., KING D.J. (1993) : "Transport of herbicides and nutrients in surface runoff from corn cropland in southern Ontario", *Canadian J. of soil Sci.*, 66, 59-66.

CESSNA A.J., ELLIOTT J.A., TOLLEFSOON L., NICHOLAICHUK W. (2001) : "Herbicide and Nutrient Transport from an irrigation District into the South Saskatchewan River", *J. Environ.Qual.*, 30, 1796-1807.

COLIN F. (2000) : *Approche spatiale de la pollution chronique des eaux de surface par les produits phytosanitaires, cas de l'atrazine dans le bassin versant du Sousson (Gers France)*, thèse 3e cycle, Science de l'eau, ENGREF, 233 p.

DOUSSET S. BABUT M., ANDREUX F., SCHIAVON M. (2004) : "Alachlor and Bentazone Losses from Subsurface Dranaige of Two Soil", *J. Environ. Qual.*, 33, 294-301.

DU PREEZ L.H., JENSEN VAN RENSBURG P.J., JOOSTE A.M., CARR J.A., GIESY J.P., GROSS T.S., KENDALL R.J., SMITH E.E., VAN DER KRAAK G., SOLOMON K.R. (2005) : "Seasonal exposures to triazine and other pesticides in surface waters in the western Highveld corn-production region in South Africa", *Environmental pollution*, 135, 131-141.

GARMOUMA M., BLANCHARD M., CHESTERIKOFF A., ANSART P., CHEVREUIL M. (1996) : "Seasonal transport of herbicides (triazines and phenylureas) in a small stream draining an agricultural basin : Mélarchez (France) ", *Water Research*, 31, 6, 1489-1503.

GAYNOR J.D., TAN C.S., DRURY C.F., NG H.Y.F., WELACKY T.W., VAN WESENBEECK I.J. (2001) : "Tillage, Intercrop, and Controlled Drainage-Subirrigation Influence Atrazine, Metribuzin, and Metolachlor Loss", *J. Environ. Qual.*, 30, 561-572.

JERGENTZ S., MUGNI H., BONETTO C., SCHULZ R. (2005) : "Assessment of insecticide contamination in runoff and stream water of small agricultural streams in the main soybean area of Argentina", *Chemosphere*, 61, 817-826.

KALITA P.K., ALGOAZANY A.S., MITCHELL J.K., COOKE R.A.C., HIRSCHI M.C. (2006) : "Subsurface water quality from a flat tile-drained watershed in Illinois, USA", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 115, 183-193.

KAO C., VERNET G., LE FILLEUL J.M., NEDELEC Y., CARLUER N., GOUY V. (2002) : "Elaboration d'une méthode de typologie des fossés d'assainissement agricole et de leur comportement potentiel vis-à-vis des produits phytosanitaires", *Ingénieries*, 29, 49-65.

KREUGER J. (1998) : "Pesticides in stream water within an agricultural catchment in southern Sweden, 1990-1996", *The science of the Total Environment*, 216, 227-251.

LECOMTE V. (1999) : *Transfert de produits phytosanitaires par le ruissellement et l'érosion de la parcelle au bassin versant. Processus , déterminisme et modélisation spatiale*, thèse de doctorat, ENGREF, Montpellier.

LOUCHARD X., VOLTZ M., ANDRIEUX P., MOUSSA R. (2001) : "Herbicide Transport to Surface Waters at Field and Watershed Scales in a Mediterranean Vineyard Area", *J. Environ. Qual.*, 30, 982-991.

MADRIGAL I., BENOIT P., BARRIUSO E., ETIEVANT V., SOUILLER C., REAL B., DUTERTRE A. (2002) : "Capacités de stockage et d'épuration des sols de dispositifs enherbés vis-à-vis des produits phytosanitaires. Deuxième partie : Propriétés de rétention de deux herbicides l'isoproturon et le diflufénicanil dans différents sol de bandes enherbées", *Etude et Gestion des Sol*, 9, 4, 287-302.

MARGOUM C., GOUY V., LAILLET B., DRAMAIS G. (2003) : "Rétention des produits phytosanitaires dans les fossés de connexion parcelle-cours d'eau", *Revue des Sciences de l'Eau*, 16, 3, 389-405.

MUNN M.D., GRUBER S.J. (1997) : "The relationship between land use and organochlrorine compounds in streambed sediment and fish in the central Columbia plateau, Washington and Idaho, USA", *Environmental Toxicology and Chemistry*, 16, 9, 1877-1887.

NG H-Y-F, GAYNOR J.D., TAN C.S., DRURY C.F. (1995) : "Dissipation and loss of atrazine and métolachlore in surface and subsurface drain water: a case study", *Water-Research*, 10, 2309-2317.

SARRAZIN B. (2002) : *Diagnostic phytosanitaire grande zone en Dombes*, mémoire de fin d'étude, ADAPRA/ISARA-Lyon. 70 p.

SCHIAVON M., MALTERRE F., PERRIN-GANIER C. (2000) : "Drained plots : a method for evaluating pesticide transfert by water as function of soil type, climatic conditions and pesticides physico-chemical properties", *Pesticides/soil interactions : some current research methods*, INRA, Paris, 361-367.

SOUILLER C., L'HELGOUALCH E. (2000) : "Les dispositifs enherbés : un outils de lutte contre la contamination des eaux de surface par les produits phytosanitaires", *Colloque ANPP : Qualité des Eaux et produits Phytosanitaire : Les Actions pour la protection de l'eau",*, Paris, 22 mars 2000.

SOULARD C. (2005) : "La multifonctionnalité de l'agriculture en pratique : étude des relations entre exploitations agricoles et étangs de la Dombes", *Cybergeo, Espace, Société, Territoire*, article 319, mis en ligne le 9 septembre 2005, modifié le 22 juin 2007, URL : http://www.cybergeo.eu/index6610.html, consulté le 27 septembre 2007.

VALLOD D., KECK G. (2002) : *Traitements agricoles et pisciculture en Dombes - Etude d'une situation locale*, Comm. Colloque "Zones humides continentales : des chercheurs aux gestionnaires", 27-29 Juin 2002, St Jean de Thurigneux, Ain (France).

SUMMARY

Study of the factors affecting the transfer of pesticide products to piscicultural ponds in Dombes, a wet continental region associating pastures and arable crops

There is in Dombes an agro-piscicultural system aiming at an integrated and complementary management of the fish-breeding ponds and of the arable lands of their catchment basins. A tendency to increase cereal growing to the cost of the forage area is noticeable in the territory; what can be its effect on the ecosystems of the ponds and on the transfer of active pesticide substances ?

The description of the landscape make-up of a sample of the catchment basins of ponds shows a combination of cereals, pastures and woods. The contrasting situations regarding the risk of transfer were analysed by means of a site-grading method. Prior to the study of the fate of the pesticide molecules in the pond ecosystem, this approach, based on spatialised information and on data collected on the ground, led to the creation of a tool for the selection and characterization of pertinent sites. The first analyses showed that the number and concentrations of active substances in the samples taken from areas where cereals were dominant were on average markedly larger than in those from forage-growing areas.