

# Caractérisation des pratiques phytosanitaires à l'échelle du bassin versant de la Vesle (2000-2005) : méthode proposée et premiers résultats

Céline Schott, Catherine Mignolet, Marc Benoît

Station INRA – SAD, 662 avenue Louis Buffet, 88500 Mirecourt

Schott@mirecourt.inra.fr

Caractérisation des pratiques phytosanitaires à l'échelle du bassin versant de la Vesle (2000-2005) : méthode proposée et premiers résultats.....	1
1. Présentation de la démarche de recherche.....	3
1.1. Définition des intrants phytosanitaires agricoles.....	3
1.2. Structuration des données sur les pratiques phytosanitaires.....	4
2. Zonage spatial et répartition des cultures.....	6
2.1. Données disponibles sur l'assolement de la zone d'étude.....	6
2.2. Calcul de l'assolement par sous-bassin versant.....	8
2.3. Evolution temporelle de l'assolement à l'échelle du bassin versant.....	11
3. Caractérisation des pratiques phytosanitaires.....	13
3.1. Les sources d'informations disponibles.....	13
3.1.1 Les prescripteurs.....	14
3.1.2 Les enquêtes directes en exploitation.....	14
3.1.3 Les guides de prescriptions.....	17
3.1.4 Les chiffres de vente de produits phytosanitaires.....	18
3.2. Représentativité des sources d'informations.....	18
3.3. Traitement des données.....	19
3.3.1 Pré-traitements et premiers résultats.....	19
3.3.2 La suite des traitements envisagés.....	25
4. Conclusion.....	26
5. Bibliographie.....	26

La modélisation du transfert des pesticides vers les différents compartiments de l'hydrosystème occupe une place importante au sein des programmes de recherche AQUAL et PIREN-Seine, car elle répond à une forte demande des gestionnaires de l'eau qui souhaitent mieux connaître les risques de contamination de la ressource en eau par les pesticides. La partie amont du bassin de la Vesle a été choisi comme site-atelier, car les ressources en eau y sont déjà très menacées par les pesticides en raison de l'agriculture très intensive qui y est pratiquée (vigne et grandes cultures).

Cependant, en amont de la modélisation, la caractérisation des intrants phytosanitaires agricoles est une étape importante, car elle détermine directement la quantité d'intrants entrant dans le système. En effet, contrairement aux autres données nécessaires à la modélisation (climat, sol, ou occupation du sol), il n'existe pas de base de données mobilisables sur les pratiques phytosanitaires<sup>1</sup> qui puissent directement alimenter les modèles. De plus, il existe peu de tentatives visant à synthétiser

---

<sup>1</sup> Hormis l'enquête SCEES « pratiques culturales sur grandes cultures » réalisée en 2001, mais dont l'échantillonnage est beaucoup trop faible à l'échelle de notre zone d'étude.

ces pratiques à l'échelle d'un bassin versant de cette taille (600 km<sup>2</sup>). Cette carence a conduit à mettre au point de nouvelles méthodes d'acquisition et de traitement des informations permettant de répondre à cette problématique de recherche. La démarche présentée ici vise à être extrapolable à d'autres bassins versant qui seront étudiés au cours de la prochaine phase du PIREN-Seine (bassin de l'Orge), et faire l'objet d'un changement d'échelle visant ultérieurement à renseigner l'ensemble du bassin de la Seine.

La caractérisation des intrants phytosanitaires agricoles à l'échelle du bassin versant de la Vesle a été confiée à une équipe de chercheurs de l'INRA-SAD Mirecourt en raison de l'antériorité de leurs travaux de recherche sur des thématiques comparables. En effet, dans le cadre du PIREN-Seine, cette équipe a déjà contribué à l'étude de l'organisation spatiale des systèmes de cultures et à l'analyse rétrospective des pratiques culturales à l'échelle du bassin de la Seine en vue de simuler les transferts de nitrates (Mignolet, 2004).

Puis, dans le cadre de la thèse d'Alexandre Rat, une première base de données avait été constituée pour retracer l'historique des pratiques de désherbage de la vigne et du maïs de 1970 à 2003 (Schott, 2006) : la *BD ASPPR'Eau* (Base de Données Agricole Spatialisées sur les Pratiques Phytosanitaires pour la Ressource en Eau). Cette base de données a déjà été utilisée pour simuler le transfert des triazines vers les eaux souterraines du bassin de la Vesle (Rat, 2006).

En ce qui concerne la modélisation vers les eaux superficielles et l'atmosphère à l'aide du modèle *Phytodel*, les premiers travaux ont donné lieu à une thèse (Guigon-Moreau, 2006). Les molécules dont le transfert a été simulé étaient pour le moment limitées à celles qui figuraient dans la *BD ASPPR'Eau I*, à savoir les principales molécules utilisées pour le désherbage du maïs et de la vigne, en ne retenant que leurs utilisations récentes (2000-2003). Or, il est prévu au cours des prochaines années, *i*) d'affiner la spatialisation du modèle *Phytodel* en réalisant les simulations à l'échelle des 16 sous-bassins versant qui composent le bassin de la Vesle ; *ii*) d'étendre la modélisation à l'ensemble des molécules utilisées sur le bassin de la Vesle. En effet, dans le cas d'une modélisation vers l'atmosphère et les eaux de surface, les processus impliqués sont différents (volatilisation, ruissellement) et plus rapides que ceux impliquant le transfert vers les nappes. Il est donc nécessaire à ce stade de constituer une *BD ASPPRO II* rassemblant les pratiques phytosanitaires correspondant à la période récente (2000-2005) et à l'ensemble des molécules utilisées sur les cultures du bassin de la Vesle.

La constitution d'une telle base de données nécessitait l'accès à certaines données relativement confidentielles comme les stocks de produits vendus par les coopératives agricoles, ou les enquêtes parcellaires réalisées par certains organismes techniques. Au cours de l'année 2006, la plupart des données nécessaires à la caractérisation des pratiques phytosanitaires ont pu être acquises auprès des organismes concernés, grâce à leur forte coopération avec le programme AQUAL et les premiers traitements ont pu commencer. Ils n'ont cependant pu être terminés dans le courant de l'année en raison de l'important travail de fouille de données nécessaire, mais surtout en raison de la nécessité de développer une méthode entièrement novatrice pour en extraire toute l'information souhaitée.

Le présent rapport porte sur les premiers traitements que nous avons pu effectuer cette année et qui ont porté sur les aspects suivants :

- d'une part, sur le calcul de assolement estimé de chacun des 16 sous bassins versant, constituant la zone d'étude, à partir du recoupement de nombreuses données agricoles ;
- d'autre part, concernant les pratiques phytosanitaires, sur la synthèse de toutes les informations concernant les pratiques prescrites, la mise en forme et les premières extractions de la base de données concernant les chiffres de vente de produits phytosanitaires.

Enfin, nous présenterons la méthodologie envisagée pour la suite des travaux consacrés à la constitution de cette *BD ASPPR'Eau II*, en visant la plus grande transposabilité possible de cette méthode à d'autres sites-atelier, sur lesquels nous serons amenés à travailler ultérieurement.

# 1. Présentation de la démarche de recherche

## 1.1. Définition des intrants phytosanitaires agricoles

La modélisation du transfert des pesticides vers les eaux de surface et l'atmosphère suppose d'avoir une bonne estimation *i*) de la quantité annuelle de matières actives entrant dans le système et *ii*) de leur répartition dans le temps (à l'échelle de l'année, voire de plusieurs années si la modélisation se déroule sur une échelle pluri-annuelle) et dans l'espace (à l'échelle du bassin versant).

La quantité et la diversité de matières actives apportée à l'échelle du bassin versant dépend à la fois des pratiques phytosanitaires (ou programmes de traitement) telles que l'on peut les décrire à l'échelle de la parcelle (Figure 1), multipliées par l'ensemble des parcelles constitutives du bassin.

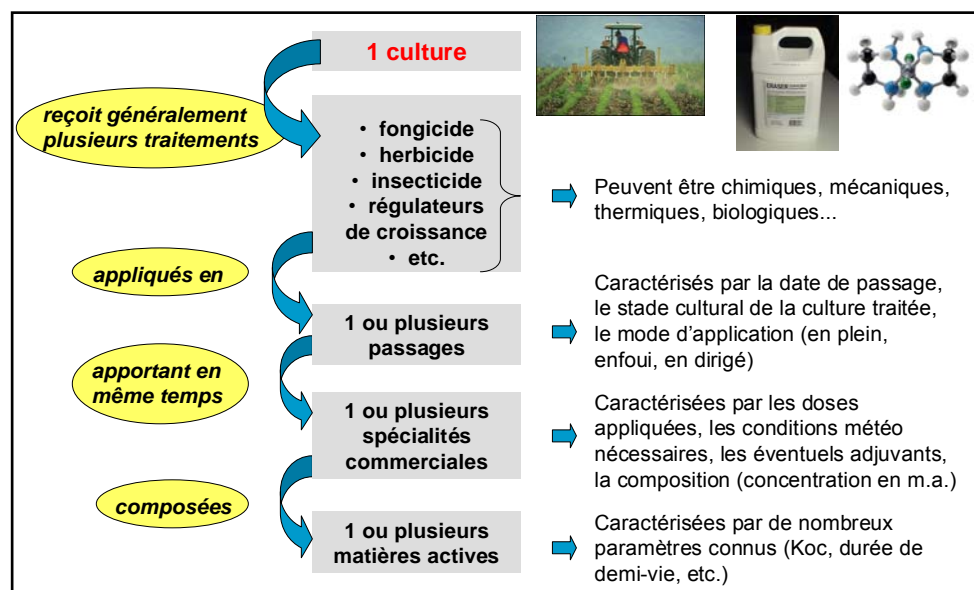


Figure 1 : Définition des pratiques phytosanitaires à l'échelle de la parcelle

En effet, sur l'ensemble de ces parcelles, la diversité des cultures implantées peut être forte, notamment en Champagne Crayeuse, dont les sols possèdent de bonnes propriétés agronomiques et permettent presque toutes les cultures possibles sous cette latitude (blé, orge, maïs, betterave, luzerne, pomme de terre, pois, colza, tournesol, vigne, pour ne citer que les plus répandues). Comme chacune de ces cultures nécessite des traitements phytosanitaires spécifiques, adaptés à sa biologie propre ou à celle de ses ravageurs, ceci multiplie d'autant plus le nombre de programmes de traitements possibles, en termes de produits utilisés, de doses, de nombre ou de dates de passages.

A cette diversité de cultures, s'ajoute la diversité des exploitations agricoles cultivant ces parcelles : environ 800 en grandes cultures et 1200 en viticulture sur la zone d'étude. Chaque agriculteur a ses propres stratégies en matière de pratiques phytosanitaires en fonction des conseils de son ou de ses prescripteurs (coopératives, instituts techniques, chambre d'Agriculture etc.), de ses choix personnels (mode de production conventionnel, raisonné ou biologique) ou stratégiques (traitements préventifs/curatifs, rendement maximum/économie d'intrants, etc.). Il en résulte que pour une même culture, les pratiques phytosanitaires peuvent être différentes d'une exploitation à l'autre, voire même d'une parcelle à l'autre.

Il en résulte une très grande diversité des pratiques phytosanitaires à l'échelle d'un bassin versant, que nous tenterons de simplifier pour les besoins de la modélisation de la manière suivante :

- identification des programmes de traitement majoritaires par période, par culture et par action phytosanitaire (caractérisés par les dates de passage(s), les produits et doses apportées à chaque passage, ainsi que d'autres paramètres tels que le stade cultural de la culture ou les conditions météo nécessaires au moment du passage, le mode d'application, etc.)
- quantification de l'importance de l'utilisation de ce programme de traitement en pourcentage par rapport à l'ensemble de la sole de la culture concernée.

NB : Le pourcentage total de ces traitements peut inclure des traitements autres que chimiques (ex : confusion sexuelle, désherbage mécanique, etc.)

Tableau 1 : Exemple de quelques programmes de désherbage de la vigne sur la période 2001-2003

% des surfaces en vigne	Passages	Produit utilisé	Composition	Dose
28%	1er passage (du 15/02 au 30/04)	Zorial	80% Norflurazon	2.5 kg/ha
	2ème passage (du 01/06 au 30/06)	Basta F1	150 g/l Glufosinate ammonium	5 l/ha
21%	1 passage (du 01/02 au 15/03)	Pledge +	50% Flumioxazine	1.2 kg/ha
		Weedazol TL	240 g/l Aminotriazole + 215 g/l Thiocyanate d'ammonium	15 l/ha
15%	1 passage (du 01/02 au 15/03)	Surfassol G	6.75% Dichlobénil	90 kg/ha
5%	Désherbage mécanique			

Par contre, même si elles représentent une certaine diversité, ces pratiques majoritaires s'appliquent à l'ensemble du bassin versant pour une même culture. Il n'a pas été possible d'introduire une différenciation spatiale des pratiques à l'intérieur de la zone d'étude, pour plusieurs raisons :

- absence de sources d'information suffisamment précises à l'intérieur du bassin de la Vesle
- grande homogénéité morphologique et pédologique de la zone d'étude, caractérisée seulement par deux entités : terres de craie / Montagne de Reims : en accord avec les experts agricoles du secteur, nous en avons déduit qu'il n'y avait pas d'influence particulière du milieu à prendre en compte à cette échelle.

C'est essentiellement la répartition des cultures (à savoir l'assolement) qui va déterminer des différenciations spatiales à l'intérieur du bassin.

## 1.2. Structuration des données sur les pratiques phytosanitaires

Toutes les données nécessaires à la modélisation par le modèle *Phytodel* seront saisies dans la Base de Données *ASPPR'Eau II* (Base de données Agricole Spatialisée sur les Pratiques Phytosanitaires pour la Ressource en Eau) dont la structure est identique à celle de la BDD *ASPPR'Eau I*, créée lors de la thèse d'A. Rat, lors de la précédente phase de travaux sur le bassin de la Vesle.

Rappel : Le modèle physique de la base de données devait répondre aux critères suivants :

- comporter toutes les informations nécessaires aux modélisateurs (date et doses d'apport, composition des produits utilisés, type d'application, etc.)
- comporter une dimension spatiale et une dimension temporelle :
  - 1) la structure temporelle de la BDD permet de définir les pratiques phytosanitaires en périodes homogènes (périodes durant lesquelles les pratiques sont considérées comme stables en terme de programmes de traitement appliqués),
  - 2) la structure géographique de la BDD permet de représenter les différenciations spatiales au sein de la zone d'étude, définies par le zonage en différentes unités de simulation, résultant de l'agrégation de plusieurs communes. Chacune de ces zones

est caractérisée par son assolement en ha par cultures, rapporté à la surface totale de SAU. La structure de la BDD permet de faire varier l'assolement annuel en fonction de l'année ou de la période choisie, afin de tenir compte de l'évolution des surfaces cultivées au cours du temps.

- tenir compte de la complexité des pratiques phytosanitaires : pour une culture et une période donnée, plusieurs traitements sont possibles, chacun se composant d'un ou plusieurs passages ou applications. Chaque passage apporte à la culture un ou plusieurs produits qui lui-même est composé d'une ou plusieurs molécules...
- permettre plusieurs types d'extractions ou de calculs, comme la quantité de matière active épanchée sur une zone et une année donnée, en croisant les hectares de surfaces cultivées avec les pratiques phytosanitaires relatives à une culture donnée.

La figure suivante (Figure 2) présente le modèle physique retenu pour la base de donnée ASPPR'Eau II.

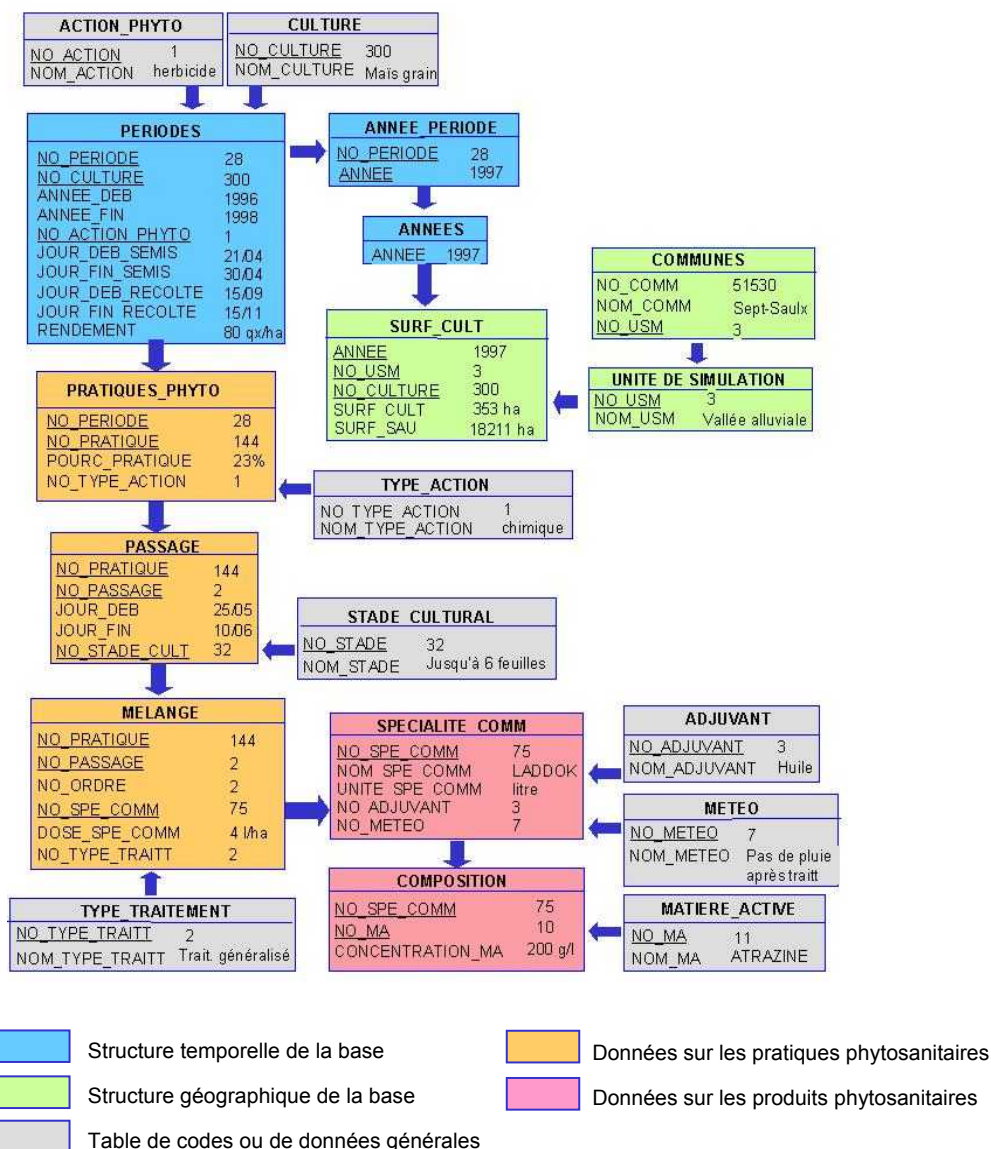


Figure 2 : Modèle physique de la base de données ASPPR'Eau

Nous verrons dans le chapitre 2 comment compléter la structure spatiale de la BDD et dans le chapitre 3, la démarche et la méthode pour compléter la partie relative aux pratiques phytosanitaires.

## **2. Zonage spatial et répartition des cultures**

Le modèle *Phytodel* étant conçu pour être compatible avec le modèle hydrologique SENEQUE, la maille spatiale retenue pour la modélisation est le sous-bassin versant. C'est donc à l'échelle des 16 sous-bassins qui composent la zone d'étude, que vont être calculées les quantités d'intrants phytosanitaires apportées au bassin de la Vesle et modélisé leur transfert vers les eaux de surface et l'atmosphère. Comme la répartition des cultures n'est pas uniforme à l'échelle du bassin de la Vesle, il est important de bien représenter l'assolement à l'échelle de chacun de ces sous-bassins : c'est en effet à ce niveau-là qu'est introduite la dimension spatiale de la caractérisation des intrants phytosanitaires à l'échelle du bassin versant. Ces données n'existant pas en tant que telles pour ce zonage, il a fallu les créer à partir d'autres sources d'informations décrites ci-dessous.

### **2.1. Données disponibles sur l'assolement de la zone d'étude**

#### ***Les données RGA<sup>2</sup> 2000 à l'échelle communale :***

Il s'agit des données les plus précises et les plus exhaustives sur l'assolement, car l'ensemble des agriculteurs et des cultures y sont recensés. Par contre, elles présentent un biais non négligeable : elles indiquent les surfaces cultivées ramenées à la commune du siège d'exploitation (appelée « commune de départ ») et non les surfaces réellement cultivées à l'intérieur des limites communales (ou « communes d'arrivée »). Pour remédier à cela, depuis le RGA 2000, les agriculteurs doivent indiquer également la répartition de leur SAU en hectares sur les différentes communes, dans une nouvelle rubrique baptisée « morcellement ». Ces données permettent de reconstituer la SAU totale réellement cultivée à la « commune d'arrivée », même si elles ne permettent pas de connaître l'assolement précis. Le RGA présente également l'inconvénient de ne pas permettre de décrire les tendances d'évolution de l'assolement sur la période étudiée, puisque ces recensements n'ont lieu en moyenne que tous les 9 ans.

#### ***Les données « PAC »***

Elles sont issues des déclarations que les agriculteurs remplissent chaque année pour l'obtention des aides compensatoires sur les surfaces en céréales et oléoprotéagineux mises en place depuis la Réforme de la Politique Agricole Commune de 1992 (les « primes PAC »). Les surfaces déclarées présentent l'avantage d'être renseignées chaque année, et de pouvoir être rapportées soit à la commune du siège d'exploitation comme les données RGA, soit à la commune dans laquelle sont réellement localisées les parcelles. En revanche, ces données ne sont vraiment fiables que pour les cultures primées par la PAC (céréales et oléoprotéagineux notamment). Les autres cultures (vigne, betteraves, pomme de terre etc.) ne sont pas systématiquement renseignées par les agriculteurs puisqu'ils ne touchent pas de primes sur ces surfaces. Les données traitées ici couvrent la période 2000-2003.

#### ***Les données Corine Land Cover 2000***

Cette base de données européenne représente cartographiquement l'occupation du sol à l'échelle 1/100 000 sur l'Europe entière. La nomenclature est très détaillée, mais ne distingue que trois types d'occupation du sol en ce qui concerne l'agriculture : vigne, prairies et terres labourables. Cette

---

<sup>2</sup> RGA : Recensement Général de l'Agriculture

base de données est très utile pour localiser ces trois catégories d'occupation du sol à l'intérieur des surfaces communales, et pour en estimer les surfaces. Mais cette base de données présente un biais : la surface de la plus petite unité cartographiée par le système d'information *Corine* (seuil de description) est de 25 hectares et qu'un élément linéaire doit faire plus de 100 m de large pour y être représenté. Pour cette raison, il est évident que les surfaces représentées par *Corine Land Cover* surestiment largement les surfaces réelles, car un polygone représentant par exemple des terres labourables inclura également des surfaces non cultivables (routes, chemins, bosquets, etc.).

### ***Les données du CIVC sur les surfaces viticoles***

Le CIVC (Comité Interprofessionnel des Vins de Champagne) recense chaque année les surfaces viticoles de Champagne à l'échelle communale (d'après la localisation de la parcelle et non du siège d'exploitation). Les données dont nous disposons concernent l'année 2004.

### ***Les données des coopératives agricoles sur l'assolement***

Les coopératives enregistrent chaque année les surfaces déclarées par leurs adhérents. Ces données ne sont donc pas exhaustives car elles ne représentent pas l'ensemble des surfaces cultivées sur la zone d'étude, mais peuvent être représentatives en valeur relative (en % de SAU) pour l'échantillon d'agriculteurs qu'elles concernent. Par ailleurs, ces données nous ont été fournies sous des formes diverses par les coopératives, ce qui rend leur traitement commun plus difficile :

- Les surfaces communales en vigne cultivées par les viticulteurs de la coopérative viticole *La Cave* en 2005 pour toutes les communes situées dans la zone d'étude.
- La coopérative *Cohésis* dispose de l'assolement détaillé à l'échelle communale pour toutes les communes de la zone d'étude dans lesquelles sont présents ses adhérents pour la période 2001-2005. Mais comme le nombre d'adhérents a varié au cours du temps, les communes renseignées ont également évolué au cours de cette période.
- Dans le cas de la coopérative *Champagne Céréales*, les données sont stockées à l'échelle du dépôt de vente (ou silo), que ce soit pour les produits vendus ou les surfaces cultivées. Nous avons donc demandé les données correspondant aux dépôts situés sur notre zone d'étude (Figure 3), qui nous ont été fournies agrégées pour l'ensemble de ces dépôts pour la période 2000-2005 : elles ne peuvent donc pas être utilisées à des échelles fines comme la commune, mais peuvent par contre être utilisées pour montrer l'évolution temporelle de l'assolement à l'échelle de tout le bassin, car elles sont disponibles sur plusieurs années et parce que la SAU de cette coopérative est restée relativement stable entre 2000 et 2005

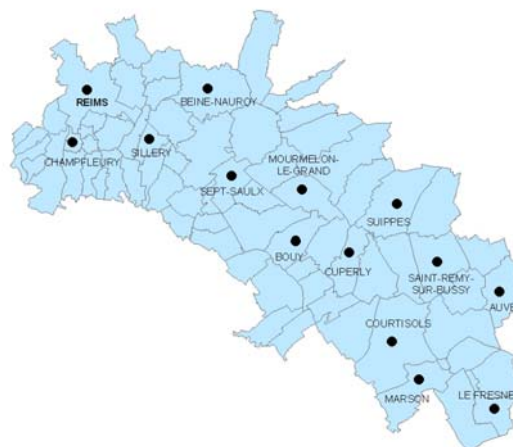


Figure 3 : Localisation des dépôts de la coopérative Champagne Céréales sur la zone d'étude

## 2.2. Calcul de l'assolement par sous-bassin versant

Les simulations issues de *Phytodel* ont été faites dans un premier temps à l'échelle de tout le bassin amont de la Vesle, mais il est question dans un deuxième temps de les spatialiser à l'échelle des 16 sous-bassins versant qui composent ce bassin. Pour calculer les intrants phytosanitaires entrant dans le système au niveau de chacune de ces 16 mailles, il est nécessaire de connaître précisément l'assolement, à savoir les surfaces cultivées à l'intérieur de chacun de ces sous-bassins versant.

Nous avons vu que les données les plus complètes et les plus précises sont les données issues du *RGA 2000* à l'échelle communale. Mais ces données posent deux problèmes : *i*) il n'y a pas de correspondance directe entre les limites communales et celles des sous-bassins versant, permettant de passer simplement d'un maillage à l'autre, par agrégation par exemple; *ii*) nous avons vu que les données *RGA* ne correspondent pas à l'assolement communal réel mais à l'assolement des exploitations dont le siège est situé dans la commune. En utilisant ces données, on observerait par exemple d'importantes surfaces de vigne sur la commune de Reims uniquement parce que des vigneron y résident...

Pour contourner ces difficultés, il a fallu trouver une méthode qui permette de calculer l'assolement à l'échelle de chaque sous-bassin versant en combinant différentes sources de données et qui soit, si possible, ultérieurement transposable à d'autres bassins versant.

Pour cela, nous avons fait appel au Système d'Information Géographique (SIG) qui permettait de croiser les différents maillages spatiaux dont nous disposons, à savoir le maillage communal, le maillage hydrographique (en 16 sous-bassins versant) et le zonage *Corine Land Cover* (Figure 4).

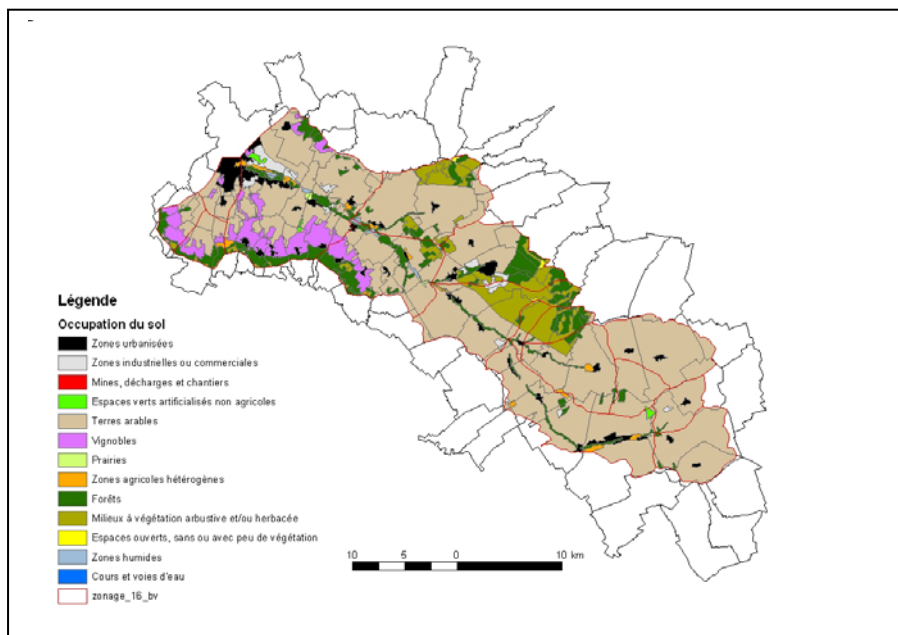


Figure 4 : Croisement du maillage communal, du zonage en 16 sous-bassins versant et de la Base de données *Corine Land Cover* 2000

Cette étape a permis de définir de nouveaux polygones résultant du croisement entre ces trois maillages. Chacun de ces polygones est donc défini à la fois par son appartenance à une commune et un sous-bassin versant, par son occupation du sol issue de *Corine Land Cover*, et sa propre superficie, calculée par le SIG (Tableau 2).



Tableau 2 : Extrait de la base de données Corine issue du croisement avec le maillage communal et hydrographique

INSEE	NOM_COMM	SURF_HA	ID_BV	CODE_CLC	NOM_CLC
51019	AUBERIVE	34.95	2494	211	terres arables hors périmètres
51019	AUBERIVE	135.52	2395	211	terres arables hors périmètres
51027	AUVE	1.03	2687	211	terres arables hors périmètres
51031	BACONNES	12.45	2495	312	forêts de conifères
51031	BACONNES	26.28	2494	112	tissus urbain discontinu
51031	BACONNES	89.28	2494	324	forêt et végétation arbustive en
51031	BACONNES	59.09	2395	211	terres arables hors périmètres

En procédant à des regroupements, il était alors possible de calculer la surface totale des différentes occupations du sol à l'intérieur de chaque commune ou chaque sous-bassin versant notamment, en ce qui concerne les surfaces en vigne et terres labourables<sup>3</sup>, les surfaces en prairies étant très faibles dans la zone d'étude.

Or, nous avons vu précédemment que les données *Corine* étaient d'une résolution spatiale assez faible et qu'elles pouvaient surestimer fortement les valeurs réelles. Pour vérifier cela, nous avons agrégé par commune les surfaces obtenues dans chacun des polygones, ce qui donnait une estimation par *Corine* des surfaces communales en vigne et terres labourables, que nous avons comparées aux autres sources d'informations disponibles.

Pour les vignes, la comparaison a été faite avec les données communales du *CIVC*, qui a montré une surestimation moyenne de 12% des surfaces viticoles par les données *Corine*.

Dans le cas des terres labourables, les valeurs de référence les plus fiables étaient les données « morcellement » du RA 2000, permettant de connaître la SAU exacte de chaque commune. Pour convertir les surfaces de SAU en surfaces de Terres Labourables, nous avons soustrait de chacune des surfaces communales de SAU les surfaces viticoles issues du *CIVC* (considérant les surfaces en prairies et autres cultures pérennes comme négligeables). Les nouvelles surfaces en terres labourables ont été comparées à celles issues de *Corine* et ont montré une surestimation de l'ordre de 19% par ces dernières.

On peut alors calculer les nouvelles surfaces en vigne et terres labourables comprises à l'intérieur de chaque polygone extrait du croisement des trois maillages spatiaux en appliquant un rabatement de 20% sur les surfaces en terres labourables et de 12% sur les surfaces en vigne.

L'étape suivante consiste à attribuer un assolement à ces surfaces de terres labourables. Comme il n'existe pas de données agricoles à l'échelle de ces polygones, nous avons choisi de leur attribuer un « assolement théorique », calculé de la manière suivante :

- Calcul de l'assolement des 74 communes de la zone d'étude en % des terres labourables (et non de la SAU), d'après le RGA 2000.
- Attribution de cet assolement communal à chacun des polygones, en fonction de sa commune d'appartenance : on obtient ainsi des surfaces théoriques en hectares par culture présente (= calcul d'un « assolement théorique ») pour chacun des polygones en multipliant les surfaces de terres labourable par le % de surface par culture.
- Validation des résultats obtenus par commune avec d'autres sources d'information, comme les données *PAC* agrégées à la « commune d'arrivée » : les variations globales obtenues à l'échelle de l'ensemble de la zone d'étude montrent une bonne corrélation entre les surfaces de cultures estimées de ces deux manières, comme pour le blé (-4%), l'orge (-3%), le pois (-5%), la luzerne (0.5%), les cultures diverses (betteraves, pomme de terre) (7%). Les résultats sont moins bons pour les cultures représentant de faibles surfaces (autres céréales, maïs, tournesol) ou pour une culture,

<sup>3</sup> Les Terres Labourables constituent toutes les surfaces consacrées aux cultures annuelles (blé, colza, etc.) ou pluri-annuelles (luzerne, prairies temporaires) entrant dans une succession de culture. Il s'agit donc de la Surface Agricole Utilisée (SAU) à laquelle on soustrait les surfaces de cultures pérennes comme la vigne, les prairies permanentes ou les vergers.

comme le colza, qui est comptabilisée différemment selon les deux sources d'informations (le *RGA* confond colza alimentaire et industriel, tandis que le colza industriel est compris dans les surfaces en gel dans les données *PAC*).

On peut ensuite faire le regroupement par sous-bassin versant des surfaces calculées par polygone pour chacune des cultures : on obtient ainsi un assolement théorique propre à chacun des sous-bassins versant qui sera pris en charge par le modèle. Ces surfaces de cultures peuvent être présentées sous forme de % de SAU par sous-bassins (Figure 5). On note ainsi que certaines cultures présentent une répartition spatiale bien caractéristique au sein du bassin. Par exemple, la vigne est regroupée essentiellement en aval de la zone d'étude, le colza, le pois et la pomme de terre à l'amont, la betterave au centre, le maïs en rive gauche et la luzerne en rive droite.

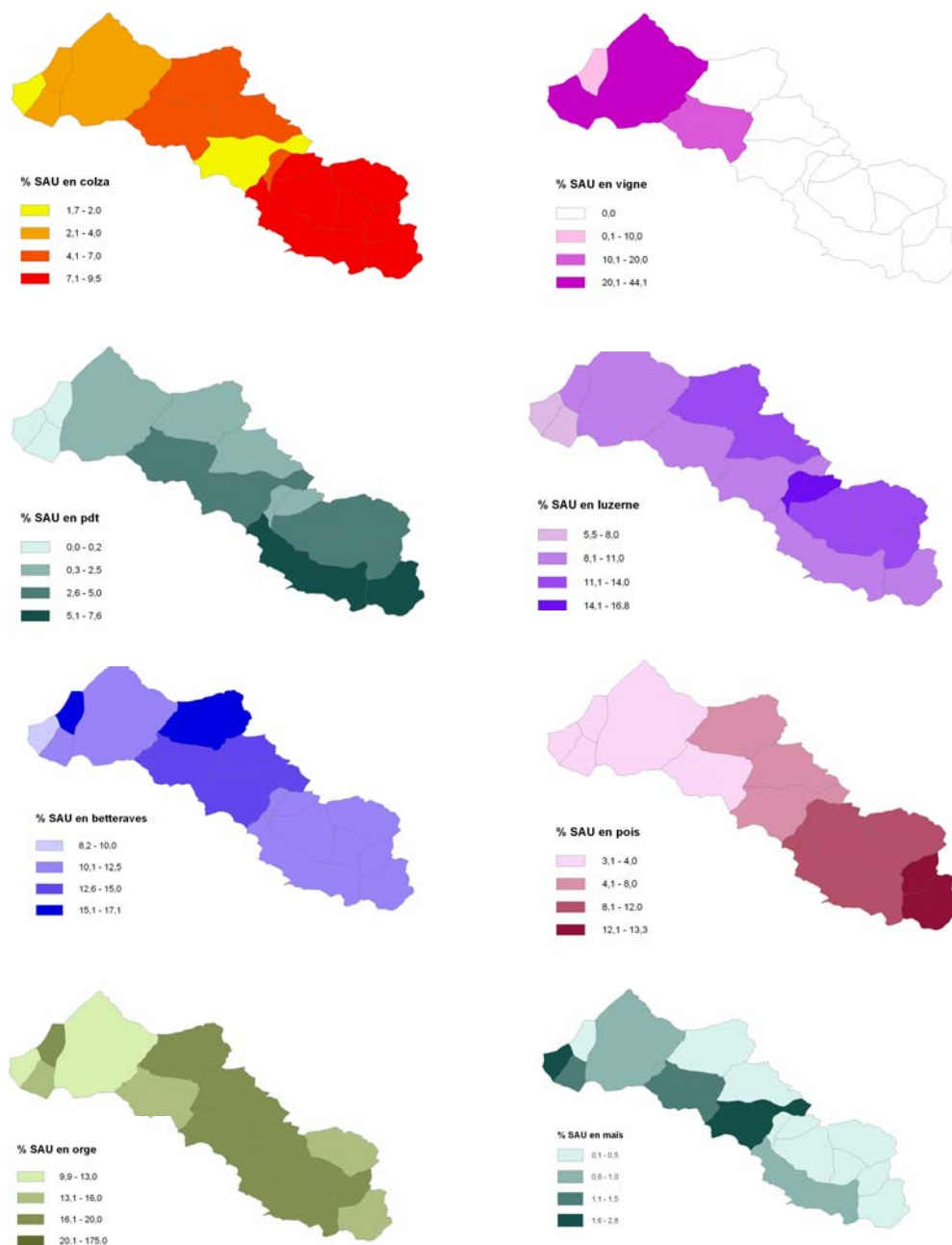


Figure 5: Représentation cartographique de l'assolement calculé par sous-bassin versant pour les principales grandes cultures

### 2.3. Evolution temporelle de l'assolement à l'échelle du bassin versant

Les valeurs d'assolement calculées dans le chapitre précédent ne concernent que l'année 2000. Or la base de données étant sensée couvrir plusieurs années, il faut savoir si cet assolement est représentatif de toute la période 2000-2005 ou s'il est indispensable de le recalculer pour chaque année. Pour cela, la tentative a été faite de figurer sur un même graphique l'ensemble des données agricoles disponibles sur le bassin de la Vesle, afin de les comparer entre elles et de voir s'il est possible d'en tirer des tendances d'évolution concernant l'assolement sur cette période.

Les données utilisées correspondent aux données issues du RGA 2000 calculées dans le chapitre précédent, mais agrégées à l'ensemble de la zone d'étude, des données PAC de 2000 à 2003, aux données issues des deux principales coopératives agricoles du secteur (*Champagne céréales* et *Cohésis*). Pour ces dernières, le choix a été fait de les agréger ensemble pour les années communes (de 2001 à 2005) puisqu'elles sont par définition complémentaires (avec la SAU cumulée de ces deux coopératives, on atteint ainsi une représentativité d'environ 70% de la SAU totale de la zone d'étude).

Toutes ces valeurs sont rapportées aux surfaces en terres labourables pour éviter les biais liés à la présence de la vigne dans certaines enquêtes.

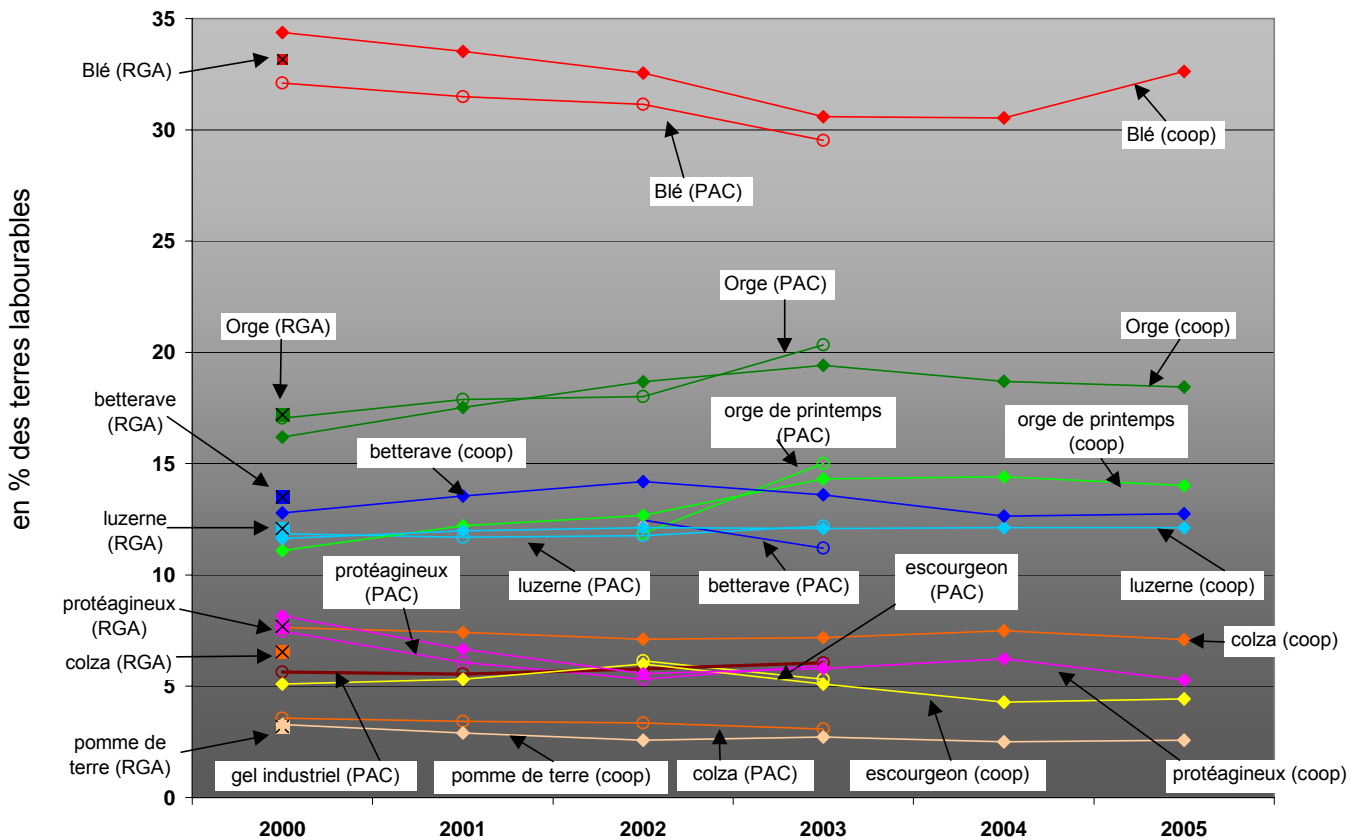


Figure 6 : Evolution de l'assolement sur la zone d'étude entre 2000 et 2005 selon différentes sources de données agricoles

Le graphique précédent (Figure 6) montre l'assolement obtenu sur notre zone d'étude selon différentes sources agricoles pour les principales cultures. Voici les conclusions que l'on peut en tirer culture par culture :

- **le blé** : le RGA 2000 donne une valeur intermédiaire entre celle de la PAC et celle des coopératives (33% contre 32% pour la PAC et 34.5% pour les coop.). La courbe d'évolution des surfaces PAC en blé suit bien celle des coopératives pour la période commune, avec un décalage

compris entre 2.3% en 2000 et 1.1% en 2003. Ce décalage en défaveur des données *PAC* pourrait s'expliquer par le fait qu'une partie du blé recensé dans ces enquêtes est comptabilisé par les enquêtes *PAC* dans les surfaces de gel industriel (blé éthanol). Ces courbes montrent une tendance à la baisse des surfaces en blé jusqu'en 2003, suivie (d'après les données *coop.*) d'une tendance à la hausse entre 2004 et 2005 (+ 2%).

- **L'orge** (dans son ensemble) : les valeurs de l'assolement en orge issues de la *PAC* sont parfaitement concordantes avec celles du *RGA*. Les courbes *PAC* et «coop» se suivent globalement bien (à un point près), montrant, à l'inverse du blé, un accroissement des surfaces en orge jusqu'en 2003, puis une décroissance. La distinction entre orge de printemps et escourgeon est donnée que par les données «coop», et par les données *PAC* à partir de 2002. Ces courbes, très similaires selon les deux sources, montrent que l'escourgeon reste relativement stable autour de 5% des terres labourables, tandis que l'orge de printemps connaît des fluctuations plus fortes (entre 11 et 15% de la sole de terres labourables). C'est lui qui a beaucoup augmenté entre 2002 et 2003 avant de connaître une certaine stabilité.
- **La betterave** : les valeurs sont proches en ce qui concerne le *RGA* et les données «coop.» (13.5% pour le *RGA* et 12.8% pour les coopératives en 2000). Cependant, les données *PAC* semblent sous-estimer fortement (de 2% environ) les données «coop.» pour les deux années pour lesquelles on dispose de données (2002 et 2003). Ce biais peut s'expliquer par le fait que la betterave ne soit pas une culture primée par la *PAC* et que les déclarations ne soient de ce fait pas exhaustives pour cette culture. Globalement, les surfaces en betterave semblent plutôt à la baisse depuis 2002.
- **La luzerne** : on note une adéquation quasi-parfaite entre les valeurs *RGA*, *PAC* et *coop*. Les courbes qui montrent toutes les deux une grande stabilité de cette culture dans le temps (autour de 12% des terres labourables).
- **Les protéagineux** (pois essentiellement) : comme pour la luzerne, très bonne adéquation les valeurs *RGA*, *PAC* et *coop*. Les deux courbes qui montrent la même tendance à la baisse entre 2000 et 2005 (de 8 à 5.3%).
- **Le colza** : les données *coop*. semblent surestimer les données *RGA* (de 1% environ), mais dans les deux cas de figure, cette culture semble occuper environ 7% des terres labourables. Elle semble très stable dans le temps d'après les données *coop*. et *PAC*, mais ces dernières sous-estiment largement les surfaces réelles en colza car elles n'intègrent pas le colza diester qui est quant à lui intégré à la catégorie «gel industriel», dont il constitue la majeure partie (4% sur 5.5% de surfaces en jachères industrielles)..
- **La pomme de terre** : pour cette culture, nous ne disposons que des données *RGA* 2000 et des données *coop*. Ces dernières sont cohérentes pour 2000 (autour de 3% de la sole) et la courbe montre plutôt une tendance à la baisse depuis 2000.

Les valeurs d'assolement théorique qui ont été calculées pour les 16 sous bassins versant de la zone d'étude à partir des données *RGA* 2000 sont donc cohérentes avec les autres données obtenues pour l'année 2000 à l'échelle de l'ensemble du bassin versant. Elles peuvent donc être validées pour cette année.

Cependant, en ce qui concerne les évolutions temporelles, il serait intéressant de pouvoir les représenter année par année à l'échelle de chaque sous-bassin versant à partir des données issues des coopératives. Malheureusement, les données d'une des coopératives n'étant pas renseignées à l'échelle communale, elles ne pourront servir ici que pour montrer les tendances globales à l'échelle du bassin versant mais pas de travailler à des échelles plus fines.

La question à se poser ici est de savoir si l'on peut se servir des données issues du *RGA* 2000 pour représenter toute la période 2000-2005. Pour cela, la méthode proposée est de voir si les écarts sont significatifs entre les valeurs *RGA* 2000 et la moyenne des valeurs 2000-2005 des coopératives (Tableau 3).

Tableau 3 : Comparaison des pourcentages de surface des différentes cultures selon le RGA 2000 et la moyenne 2000 - 2005 pour les coopératives

Sources	ANNEE	blé	orge	OH	OP	Colza	Prot	Luz	Bett	Pdt
RGA	2000	33.2	17.2	-	-	6.5	7.7	12.1	13.5	3.2
moyenne coop.	2000-2005	32.4	18.2	5.0	13.1	7.3	6.3	12.0	13.3	2.8

Si nous prenions comme valeurs globales pour toute la période 2000-2005, les données d'assolement théorique issues du RGA 2000, nous aurions les inexactitudes suivantes :

- surestimation des surfaces en blé de 1% compensée par une sous-estimation des surfaces en orge de l'ordre de 1% également ;
- sous-estimation des surfaces en colza en faveur des surfaces en protéagineux (écart de l'ordre de 1% également). Les autres cultures semblent bien estimées.

Il semble donc que les données RGA 2000 donnent une estimation correcte de l'assolement moyen sur la période 2000-2005. Il s'agit d'une simplification nécessaire dans un premier temps faute de données disponibles, mais il serait intéressant ultérieurement de présenter l'évolution annuelle à l'échelle de chacun des sous-bassins.

### 3. Caractérisation des pratiques phytosanitaires

Pour reconstituer les pratiques phytosanitaires sur un bassin versant de plus de 600 km<sup>2</sup>, il n'était pas possible de procéder nous-même à des enquêtes directes en exploitation, car, comme il a été vu dans le § 1.1., ces pratiques sont très complexes :

- il faudrait enquêter un grand nombre d'agriculteurs pour avoir une bonne représentation de la diversité de ces pratiques ;
- elles peuvent difficilement être restituées de mémoire par les agriculteurs : tous les agriculteurs n'enregistrent pas leurs pratiques et ceux qui le font ne sont pas forcément les plus représentatifs.

La solution retenue a donc été de recenser toutes les sources d'informations existantes sur les pratiques phytosanitaires caractéristiques de la zone d'étude, en s'adressant prioritairement aux prescripteurs, à savoir les organismes dont le rôle est de conseiller les agriculteurs en matière de protection des cultures : instituts techniques, Chambre d'Agriculture et ses différentes émanations, coopératives agricoles, etc. Mais nous nous sommes adressés également à d'autres organismes dont la finalité n'est pas directement le conseil agricole, mais l'acquisition et le traitement de données sur les pratiques agricoles.

Les sources d'informations obtenues et les organismes enquêtés diffèrent selon la nature des cultures enquêtées. En effet, ce ne sont pas les mêmes organismes qui encadrent la viticulture que ceux qui encadrent les grandes cultures. Nous présenterons donc ici les différentes sources d'informations disponibles en distinguant ces deux secteurs.

#### 3.1. Les sources d'informations disponibles

La plupart des sources d'informations sur les pratiques phytosanitaires que nous avons obtenues proviennent des prescripteurs mentionnés ci-dessous. En revanche, certaines proviennent d'organismes nationaux comme le SCEES (Service Central des enquêtes et études statistiques), qui est

le service statistique du Ministère de l'Agriculture, ou d'organismes comptables comme le *CDER* (Centre d'Economie Rurale) de la Marne.

### **3.1.1 Les prescripteurs**

Le conseil agricole est fortement structuré selon quelques grands pôles et/ou clivages : vigne / grandes cultures, organismes publiques ou para-publiques (chambre d'Agriculture, Service Régional de Protection des Végétaux, Instituts techniques) uniquement prescripteurs d'une part, négoce et coopératives à la fois prescripteurs et vendeurs d'autre part.

Concernant les grandes cultures, les principaux organismes sollicités ont été la Chambre d'Agriculture de la Marne, au travers des différents *GEDA* (Groupements d'Etude et de Développement Agricole) qui diffusent directement des conseils techniques auprès des agriculteurs d'un secteur donné, ainsi que les deux principales coopératives du secteur : *Champagne Céréales* et *Cohésis*.

Concernant la vigne, le principal institut technique est le *CIVC* (Comité Interprofessionnel des Vins de Champagne), importante organisation professionnelle créée en 1941 pour structurer l'ensemble du milieu de la viti-viniculture en Champagne. Cet organisme diffuse un bulletin technique, le « *Vigneron Champenois* » qui paraît tous les mois depuis plus d'un siècle et assure la diffusion du progrès technique auprès des vignerons adhérents à l'*AVC* (Association Viticole Champenoise).

Les autres organismes sollicités ont été la *CSGV* (Coopérative du Syndicat général des vignerons) et *La Cave* qui sont parmi les plus importants prescripteurs et fournisseurs de produits phytosanitaires de la zone, ainsi que *Magister* et le *GDV* (Groupement de Développement Viticole de la Marne), deux réseaux d'appui à la viticulture raisonnée, qui sont quant à eux uniquement prescripteurs.

### **3.1.2 Les enquêtes directes en exploitation**

#### *En grandes cultures*

(1) L'enquête *SCEES* « Pratiques culturales sur grandes cultures »  
2001

L'enquête « Pratiques culturales » a été réalisée par le *SCEES* en 1994, 2001 et 2006 et vise à décrire de manière très fine les itinéraires techniques sur les principales cultures du territoire français (blé, orge, maïs, colza, pois, betterave, pomme de terre, tournesol, prairies, jachère). Les parcelles enquêtées sont déterminées par sondage à partir de l'échantillonnage de points de l'enquête Teruti, en fonction d'un nombre déterminé de questionnaires par région et par culture. Chaque exploitant décrit les interventions culturales qu'il a pratiquées au cours de l'année passée sur la parcelle sondée en détaillant notamment les travaux du sol, le type de semis, le mode de fertilisation, les pratiques phytosanitaires, etc. Concernant les pratiques phytosanitaires, cette enquête est la plus complète car elle permet de connaître pour chaque type d'action phytosanitaire (désherbage, insecticide etc.), le nombre et la date de passages, le nom et la dose de produit apporté.

En revanche, en raison d'un échantillonnage choisi pour une représentativité à l'échelle nationale, le nombre de parcelles enquêtées est très réduit à l'échelle du bassin versant de la Vesle (Tableau 4). Mais si on considère que le bassin de la Vesle est caractéristique de l'ensemble de la région agricole de Champagne Crayeuse (PRA Champagne Crayeuse et assimilés : Vallée de la Marne, Vignoble, Pays Rémois), on obtient un nombre beaucoup plus représentatif de parcelles enquêtées.

Tableau 4 : Nombre de parcelles enquêtées par grandes cultures dans l'enquête SCEES 2001

Nombre de parcelles	Blé	Orge de printemps	Escourgeon	Colza	Pois	Betterave	Pomme de terre	Tournesol	Maïs	Jachère
Bassin de la Vesle	14	6	3	8	7	11	0	0	0	8
Champagne Crayeuse	53	51	19	40	47	53	0	0	0	34

On notera l'absence de cette enquête de certaines cultures occupant une surface importante sur le bassin, comme la vigne (qui n'entre pas dans la catégorie « Grandes cultures ») et la luzerne, qui est très spécifique à cette région agricole. D'autres cultures, comme la pomme de terre, le tournesol et le maïs, sont enquêtées par le SCEES, mais elles n'ont pas été échantillonnées en Champagne Crayeuse.

#### (2) les enquêtes « cultures » du CDER de la Marne

Le Centre d'Economie Rurale de la Marne réalise chaque année des enquêtes auprès de ses adhérents qu'il synthétise ensuite sous forme de bulletins annuels par culture. Sur la période qui nous intéresse, les bulletins disponibles concernent les cultures suivantes : blé, orge de printemps, betterave, luzerne, colza, féverole de printemps (qui remplace les enquêtes « pois » depuis 2001), et pomme de terre de féculerie.

L'objectif de ces enquêtes « cultures » est de présenter les tendances d'évolution des itinéraires technico-économiques pratiqués par les agriculteurs au niveau départemental et leur incidence sur le rendement obtenu. Comme il y a d'importantes différences agronomiques au sein du département de la Marne, les résultats sont souvent présentés de manière différenciée entre la Champagne Crayeuse et sa périphérie, ce qui rend ces enquêtes plus pertinentes par rapport à notre zone d'étude. De plus, la grande majorité des enquêtes proviennent souvent de Champagne Crayeuse, quand ce n'est pas la totalité. Par exemple, en 2002, la Champagne Crayeuse représente pour le blé, 70% des 989 parcelles enquêtées, pour l'orge de printemps : 84% sur 381, pour la betterave : 82% sur 355, pour le colza : 74% sur 270, pour la luzerne : ≈100% sur 400, pour la féverole : 37% sur 53 et pour la pomme de terre : ≈100% sur 160 parcelles.

Les données sur les pratiques phytosanitaires que l'on y trouve concernent, par grande famille de produits (herbicides, fongicides etc.), en % des parcelles enquêtées :

- le nombre de passage(s)
- le type de produits appliqués (nom commercial du produit ou nom de la famille de la matière active. Ex. : type Maestro, isoproturon, hormone, « fop », etc.).

#### *En viticulture*

Les enquêtes agricoles que nous avons identifiées concernant le secteur viticole proviennent, dans les deux cas de figure, des réseaux d'accompagnement à la viticulture raisonnée. Il en découle que les pratiques phytosanitaires qu'elles décrivent ne sont sans doute pas représentatives de l'ensemble des viticulteurs, mais seulement des plus respectueux de l'environnement. Elles restent cependant représentatives des grandes tendances.

#### (1) Les enquêtes parcellaires du GDV

Le GDV (Groupement de Développement Viticole de la Marne) est un organisme issu de la *Chambre d'Agriculture de la Marne*, chargé de développer un réseau d'appui à la viticulture raisonnée. Il conduit chaque année des enquêtes auprès de ses adhérents (+ de 160 en 2006) pour connaître l'évolution de leurs pratiques.

Les données sur les pratiques phytosanitaires que cet organisme a mis à notre disposition concernent :

- les traitements herbicides : matières actives de prélevée utilisées de 1992 à 2003 appliquées sur les parcelles de suivi (en % de parcelles), doses moyennes appliquées (utilisateurs ou non) en g/ha /an (Figure 7).

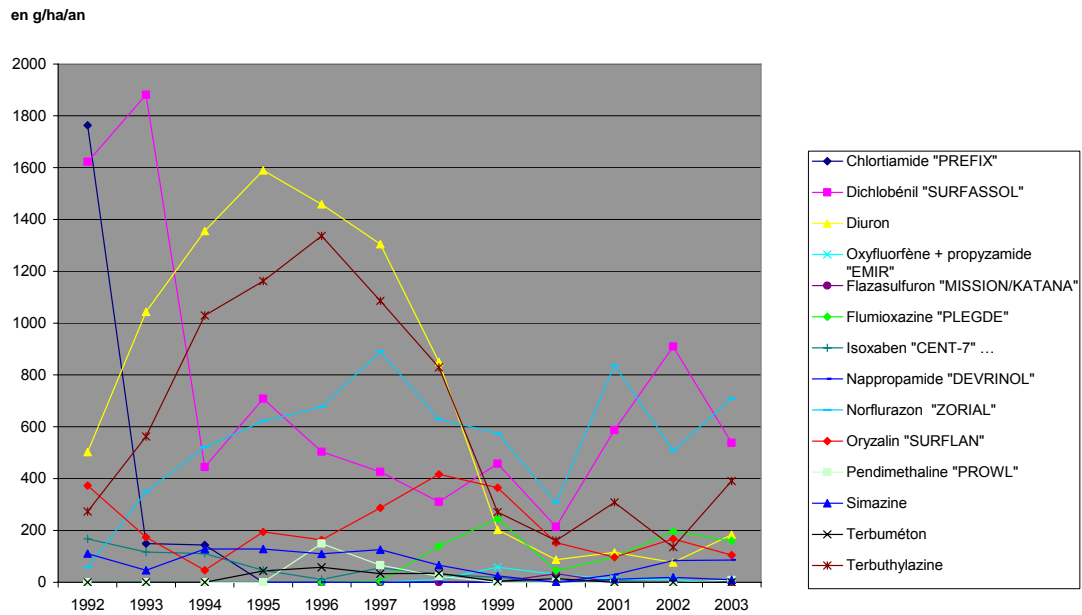


Figure 7 : Evolution des doses moyennes d'herbicides racinaires appliquées (utilisateurs ou non) en g/ha/an par les adhérents du réseau GDV

- pour les traitements fongicides et insecticides : le nombre moyen de traitements pour les différentes actions (anti-mildiou, anti-oïdium, etc.) de 1994 à 2005 (Figure 8) et le détail des spécialités utilisées en nombre de traitement/ha/an pour les différents types de ravageurs de 2000 à 2005.

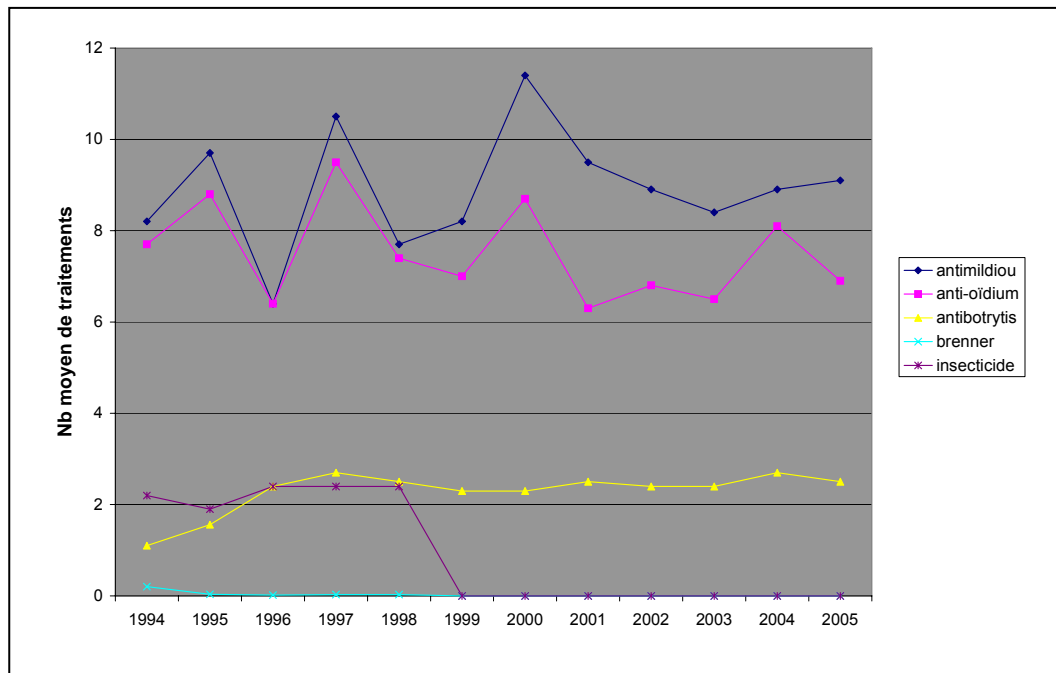


Figure 8 : Nombre moyen de traitements (autres qu'herbicides) sur le réseau de parcelles GDV



## (2) Les enquêtes parcellaires de *Magister*

*Magister Champagne* est un Groupement d'Intérêt Economique qui a été créé en 1993 à l'initiative du CIVC, du SRPV et de la CSGV, dans le but de promouvoir la lutte raisonnée au sein du vignoble et de proposer aux viticulteurs les appuis techniques nécessaires à « une protection de la vigne réfléchie, efficace et mettant en œuvre des pratiques respectueuses du milieu naturel ».

Il forme un réseau d'environ 700 adhérents sur toute la Champagne, répartis sur 175 communes viticoles. Cet organisme touche donc un nombre important de viticulteurs à travers ses préconisations et ses réunions en « bout de parcelles », et réalise également des enquêtes auprès de ses adhérents. Cependant, ces données n'étant pas en notre disposition, nous ne pouvons pas décrire ici les informations qu'elles contiennent.

### *Les autres types d'enquêtes*

#### (1) Le panel « BVA »

Il existe des enquêtes sur les pratiques phytosanitaires réalisées par l'institut BVA pour le compte de l'Union des Industries de Protection des Plantes (UIPP), sur un échantillon d'exploitations agricoles. Malheureusement, nos démarches auprès de l'UIPP pour obtenir l'accès à ces données n'ont pu aboutir pour le moment. Il semble cependant que ces enquêtes visant surtout une représentativité régionale, elles seraient plus adaptées à une caractérisation des pratiques phytosanitaires à l'échelle d'un grand bassin versant comme celui de la Seine.

#### (2) Les enquêtes à « dire d'experts »

Lorsque les sources d'informations précédentes sont lacunaires ou ambiguës, il est souvent indispensable rencontrer des conseillers des organismes cités précédemment pour valider ou compléter ces informations. En effet, les conseillers agricoles ont l'expérience de terrain qui leur permet d'avoir une vision globale des pratiques phytosanitaires des agriculteurs de la zone d'étude.

### **3.1.3 Les guides de prescriptions**

Ces guides sont fournis chaque année par les organismes techniques à leurs adhérents pour leur indiquer les principaux programmes de traitements recommandés (produits, dates et doses d'apport). Il s'agit d'une source d'information essentielle et relativement facile à obtenir permettant de comparer les prescriptions provenant de différents organismes mais ne permettant pas de définir quels ont été les programmes les plus suivis par les agriculteurs.

#### *En grandes cultures*

En matière de grandes cultures, les principaux guides de protection phytosanitaire utilisés pour comparer les prescriptions entre organismes sont les *Cahiers du GEDA de la Marne* (2000 à 2004), et les guides de protections des plantes des coopératives *Cohésis* et *Champagne Céréales* (2000 à 2005).

#### *En viticulture*

Dans le cas des pratiques phytosanitaires sur vigne, les sources utilisées pour connaître les prescriptions proviennent des coopératives CSGV et *Champagne Vigne*. Nous pourrions également consulter les bulletins mensuels du *Vigneron Champenois* pour comparer les prescriptions issues du CIVC avec celles issues d'autres types d'organismes.

### 3.1.4 Les chiffres de vente de produits phytosanitaires

Les services « approvisionnement » des coopératives comptabilisent les stocks de produits vendus aux adhérents et peuvent, sous certaines conditions, les mettre à la disposition des chercheurs, car il s'agit des seules données existantes permettant, à l'échelle de notre zone d'étude, de quantifier précisément l'importance de l'utilisation d'un produit par rapport à un autre. Elles permettent également de calculer les doses moyennes annuelles appliquées sur les cultures à condition de pouvoir disposer des données sur l'assolement correspondant (ce qui est le cas ici). L'ensemble de ces opérations permet au final de caractériser les pratiques phytosanitaires pour une zone donnée.

#### *En grandes cultures*

Les deux principales coopératives implantées sur le bassin de la Vesle nous ont confié leurs chiffres de ventes en pesticides. Chaque produit vendu y est décrit par son nom commercial et son conditionnement, les quantités vendues y sont exprimées en litres, en kilogrammes ou en unités. Les données sont fournies sous la même forme que les données « assolement » (voir § 2.1.5.).

- pour la coopérative *Cohésis* : stocks vendus de 2002 à 2005 à l'échelle de la commune
- pour la coopérative *Champagne Céréales* : stocks vendus dans l'ensemble des dépôts de la zone d'étude de 2000 à 2005 (Figure 3).

#### *En viticulture*

La coopérative viticole *La Cave* a mis à notre disposition les chiffres de ventes présentés, comme pour *Cohésis*, à l'échelle communale de 2002 à 2005.

## 3.2. Représentativité des sources d'informations

La plupart des sources d'informations présentées ci-dessus, hormis les chiffres de ventes issus des coopératives, sont en général représentatifs *i*) de l'ensemble de la Champagne Crayeuse, pour données sur les grandes cultures, *ii*) de l'ensemble du vignoble champenois pour les données concernant les vignes. Or, au cours des années précédentes, nous avons démontré que la zone d'étude étant entièrement située en terres de craie, elle comportait les mêmes caractéristiques agronomiques que le reste de la Champagne Crayeuse (Schott, 2005). En ce qui concerne le vignoble de la Montagne de Reims, il est également probable (mais à vérifier), que les pratiques moyennes y sont les mêmes que sur le reste du vignoble champenois.

En l'absence de données plus précises spatialement par rapport à notre zone d'étude, celles-ci nous serviront de repères pour structurer et valider les pratiques phytosanitaires issues des chiffres de ventes de produits phytosanitaires.

En ce qui concerne les données de vente des coopératives *Cohésis* et *Champagne Céréales*, le seul moyen d'estimer leur représentativité sur la zone d'étude est de comparer la SAU couverte par ces coopératives, avec la SAU globale, estimée à travers le RA 2000 calculé à la « commune d'arrivée » (voir § 2.1.1.), soustraction faite des surfaces en vigne qui ne sont pas prises en compte dans la SAU de ces coopératives.

Dans le cas de *Cohésis*, le nombre d'adhérents ayant fortement augmenté entre 2001 et 2005, la représentativité de cette coopérative varie entre 10 et 20% des terres labourables de la zone d'étude, mais celles-ci sont surtout localisées dans la partie aval de la zone d'étude. Dans le cas de *Champagne Céréales*, la représentativité est très forte puisqu'elle représente environ 70 % des terres labourables de la zone sur la période 2000-2005. En cumulant les surfaces couvertes par ces deux coopératives, on atteint donc entre 80 et 90% des surfaces de grandes cultures du bassin de la Vesle amont.

Dans le cas de la coopérative viticole *La Cave*, les surfaces de vigne recensées par la coopérative dans les communes de notre zone d'étude où se trouvent leurs adhérents dépassent toutes les autres sources d'informations (*CIVC*, *RGA*, *Corine Land Cover*) de plus de 1000 ha. Il reste à trouver ce qui peut expliquer ce fort écart auprès du personnel de la coopérative.

### 3.3. Traitement des données

#### 3.3.1 Pré-traitements et premiers résultats

##### Au niveau des prescriptions

Le premier travail effectué a consisté à recenser et synthétiser les produits prescrits par les différents organismes sous forme de tableaux de présence par action phytosanitaire et par culture au cours des années enquêtées (Tableau 5).

Tableau 5 : Produits fongicides conseillés sur betterave par les différents prescripteurs du bassin de la Vesle entre 2000 et 2005

Nom Produit	Culture	Dose	Unité	Champagne Céréales					Cohésis					GEDA						
				2000	2001	2002	2003	2004	2005	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2000	2001	2002	2003
soufre	bett	8 kg																		
CAPITAN S	bett	0.5 l																		
IMPACT R SOPRA	bett	1 l																		
OGAM	bett	0.5 l																		
TIMBAL F	bett	1.5 l																		
ALTO BS PEPITE	bett	2 kg																		
SPYRALE	bett	0.8 à 1 l																		
FORTRESS	bett	0.1 l																		
ARMURE	bett	0.4 à 0.6 l																		
RESONANCE	bett	0.8 à 1 l																		
PUNCH CS	bett	0.5 l																		
LUDION	bett	0.5 à 0.7 l																		
INITIAL	bett	0.5 l																		
MONNAIE	bett	1 l																		
CASTELLAN S	bett	2 l																		

Comme certains de ces produits peuvent avoir des noms commerciaux différents mais des compositions identiques, nous avons choisi de convertir ces tableaux de produits prescrits en tableaux de matières actives figurant dans les prescriptions (Tableau 6).

Tableau 6 : Matières actives fongicides conseillées sur betterave par les différents prescripteurs du bassin de la Vesle entre 2000 et 2005

Nom Produit	Champagne Céréales					Cohésis					GEDA								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2000	2001	2002	2003	2004	
SOUFRE																			
FENPROPIDINE																			
DIFENOCONAZOLE																			
FLUSILAZOLE																			
CARBENDAZIME																			
FLUTRIAFOL																			
CYPROCONAZOLE																			
FENTINE ACETATE																			
FENTINE-HYDROXYDE																			
TETRACONAZOLE																			
EPOXICONAZOLE																			
FENPROPIMORPHE																			
KRESOXIM-METHYL																			
PROPICONAZOLE																			
QUINOXYFENE																			
FLUQUINCONAZOLE																			

Dans l'exemple précédent, on peut ainsi distinguer 3 types de molécules en fonction de leur place dans les prescriptions :

- celles qui ont été prescrites sur toute la période étudiée (ou presque) par les trois prescripteurs (Fenpropidine, Difénoconazole, et Flusilazole)
- celles qui étaient prescrites en début de période : 2000-2002 ou 2000-2003 (cyproconazole, Fentine-acétate) ;
- celles qui étaient prescrites plutôt en fin de période : 2002-2005 ou 2003-2005 (epoxiconazole, Fenpropimorphe, Kresoxim-méthyl).

Dans un premier temps, on peut considérer que les molécules communes aux 3 prescripteurs ont *a priori* le plus de chance de figurer parmi les plus utilisées dans les pratiques réelles, mais il ne s'agit que d'une indication que seules les données de vente peuvent confirmer ou infirmer. Il se peut en effet, que des molécules conseillées par un ou deux prescripteurs seulement aient connu un usage massif sur toute la période, ou inversement, que des molécules fortement conseillées n'aient pas été adoptées par les agriculteurs...

Ces tableaux permettent également d'avoir une première idée des segmentations temporelles possibles dans l'évolution des pratiques phytosanitaires entre 2000 et 2005. En effet, on peut remarquer sur le tableau 6 qu'il semble y avoir eu une modification des pratiques, ou du moins des molécules utilisées, autour de 2002-2003, avec le remplacement de certaines molécules par d'autres, alors que certaines restent constantes.

#### *Au niveau des données de vente*

##### (1) Constitution d'une base de données pour le traitement des informations

Le premier travail, à la réception des données, a été d'harmoniser les données en sélectionnant les produits réellement appliqués sur cultures (élimination des produits de traitement des récoltes, de désinfection des locaux etc.). Les produits de traitement des semences ont été conservés car ils sont, quant à eux, amenés à se retrouver dans le sol. En revanche, une ambiguïté se posait au sujet de certains herbicides très spécifiques qui semblaient plutôt destinés au désherbage des cours de ferme ou des jardins. Nous avons choisi de les supprimer également de la base de données.

Il a fallu également convertir certains produits dont les quantités vendues étaient présentées sous forme de doses ou d'unités vendues, en litres ou en kilogrammes.

Mais l'essentiel du pré-traitement de ces données était de constituer une table de composition des produits permettant de convertir tous ces produits vendus en quantités de matières actives. La table finale regroupant l'ensemble des produits vendus par les 3 coopératives nous ayant confié leurs données contient 1001 produits et 334 matières actives. Elle décrit également l'action phytosanitaire du produit afin de pouvoir faire des requêtes sur ce critère (Tableau 7).

*Tableau 7 : Extrait de la table de composition des produits vendus*

<b>Produit Commercial</b>	<b>Action</b>	<b>Matière active</b>	<b>Concentration</b>	<b>Unité</b>
3C-STEF	régulateur	CHLORMEQUAT CHLORURE	460	g/l
ABILIS	Fongicide	TEBUCONAZOLE	225	g/l
ABILIS	Fongicide	TRIADIMENOL	75	g/l
ABSOLU	herbicide	IODOSULFURON-METHYL-SODIUM	6	g/kg
ABSOLU	herbicide	MESOSULFURON-METHYL-SODIUM	30	g/kg
ACANTO	Fongicide	PICOXYSTROBINE	250	g/l
ACROBAT M	Fongicide	DIMETHOMORPHE	90	g/kg
ACROBAT M	Fongicide	MANCOZEBE	600	g/kg
ACRUX	herbicide	GLYPHOSATE	360	g/l
ACRYPTANE 500	fongicide	FOLPEL	500	g/l
ACRYPTANE UD	fongicide	FOLPEL	800	g/kg

Elle permet dans un premier temps de montrer l'évolution des quantités de matières actives vendues sur le bassin de la Vesle.

## (2) Premiers résultats

Le croisement de la table de composition avec les tables issues des données de vente des coopératives permet de calculer les quantités annuelles de matières actives vendues sur le bassin de la Vesle. Cette démarche permet de lever les difficultés d'interprétation dans l'évolution de la consommation des produits utilisés liées aux multiples noms commerciaux des pesticides et à leurs différences de formulation.

Par souci de confidentialité, nous avons agrégé ensemble les données des deux coopératives intervenant sur les grandes cultures pour les années communes (2002 à 2005 incluses). Nous ne pourrions en revanche présenter les données concernant la viticulture, car nous ne disposons de données que pour une seule coopérative.

NB : les tendances d'évolution des courbes montrées ci-dessous sont à interpréter avec prudence en terme d'évolution des usages de produits phytosanitaires car durant la même période, les surfaces couvertes par les coopératives ont également beaucoup augmenté. Si on observe une augmentation des ventes pour certains produits, cela ne traduit pas systématiquement une intensification de leur usage (en dose/ha par exemple). Inversement, une baisse de vente dans un contexte où les surfaces traitées augmentent peut signifier une diminution de l'usage de ce produit.

### (a) Les fongicides

Nous avons choisi de ne représenter sur ce graphique (Figure 9) que les matières actives ayant totalisé plus de 1000 kg vendus au cours d'une année. De nombreuses molécules ne sont donc pas figurées sur ce graphique en raison des trop faibles quantités qu'elles représentent. Parmi les molécules les plus utilisées en quantité (plus de 5000 kg/an), figurent le soufre, le manèbe, le mancozèbe, le chlorothalonil, la fenpropidine et le cyprodinil.

en kg de matière active

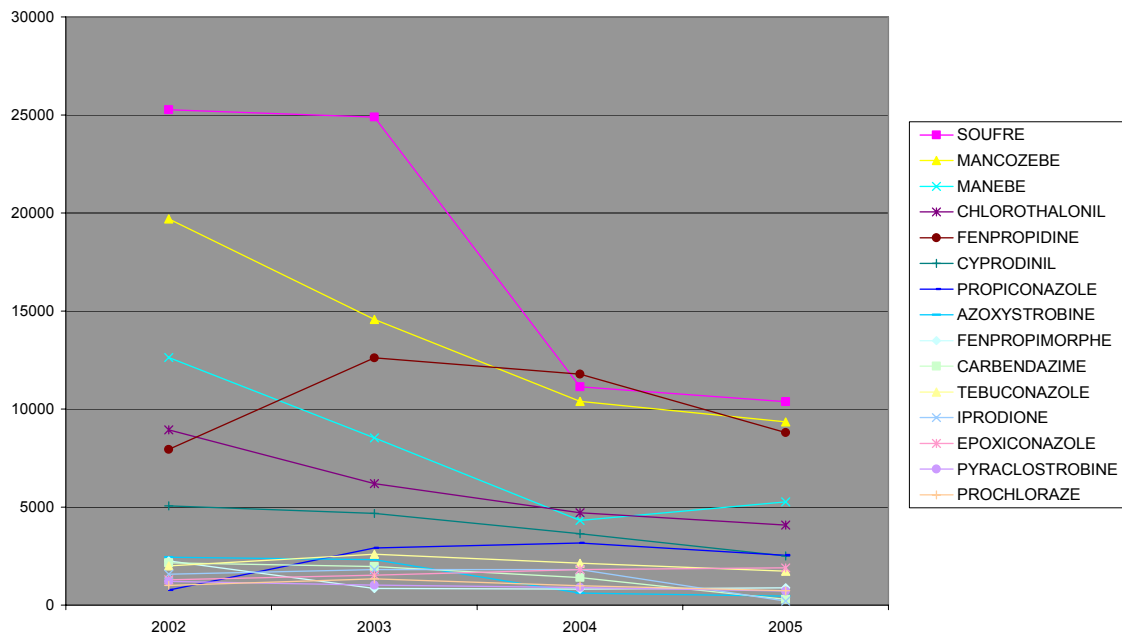


Figure 9 : Evolution des quantités de matières actives fongicides vendues par les coopératives pour les grandes cultures de la zone d'étude

Avec des molécules telles que le soufre, vendu à plus de 10 tonnes par an sur la période considérée, se posent les premières questions méthodologiques : cette substance est homologuée à la fois sur céréales et sur betterave, mais ne figure que dans les prescriptions de la coopérative *Champagne Céréales* (Tableau 5) et ce, uniquement pour la betterave, alors qu'elle est vendue

également en grandes quantités par la coopérative *Cohésis*. On se rend compte avec cet exemple, du décalage qui existe entre pratiques prescrites et pratiques réelles, et qu'il sera difficile pour nous de savoir précisément sur quelles cultures ont été utilisées ces quantités de soufre (en forte baisse entre 2002 et 2003) : uniquement sur betterave, ou à la fois sur betterave et céréales ?

Les deux molécules suivantes en terme de quantité sont le manèbe et le mancozèbe, même si l'une et l'autre ont beaucoup décliné entre 2002 et 2004 (quantités divisées par 2). Ces deux molécules sont homologuées sur vigne, blé, pomme de terre ; le mancozèbe l'est également pour le pois et la betterave. Or l'un et l'autre ne figurent que dans les prescriptions relatives à la pomme de terre. *Peut-on en déduire que l'ensemble de ces matières actives ont été appliquées uniquement sur cette culture ?*

Le chlorothalonil et le cyprodinil suivent une baisse régulière depuis 2002. Le chlorothalonil est à la fois homologué et prescrit sur blé, pois et pomme de terre, tandis que le cyprodinil est à la fois homologué et prescrit sur céréales.

Deux autres molécules suivent à peu près de même type d'évolution mais à des tonnages très différents : la fenpropidine et le propiconazole, montrant toutes deux des courbes en « plateau ». Cela indiquerait qu'elles sont souvent utilisées en association (ex. : Meltop 500, Diapazon). Elles sont toutes les deux homologuées et prescrites sur céréales et betterave. *Comment répartir les quantités appliquées entre ces différentes cultures ?*

#### (b) Les herbicides

En quantité, le graphique suivant (Figure 10) indique que la principale molécule herbicide apportée au bassin de la Vesle est l'isoproturon. Elle est de plus très stable au cours du temps, avec des tonnages vendus situés autour de 8 à 9 tonnes. Cela s'explique par le fait qu'il s'agisse du principal herbicide des céréales d'hiver (blé, escourgeon). Il est conseillé pour toute la période par l'ensemble des prescripteurs.

Parmi les autres molécules figurant parmi les plus vendues en quantité (plus de 2 tonnes), on trouve :

- Les autres herbicides des céréales : le mécoprop, le 2,4-MCPA, l'ioxynil. Toutes sont, comme l'isoproturon, conseillées sur toute la période et par l'ensemble des prescripteurs.
- Les herbicides spécifiques de la betterave : phenmédiophame, métamitron, chloridazone, éthofumésate. Il s'agit, avec quelques autres (3,6-DPC, lénacile, quinmérac, trisulfuron-méthyl), des principales molécules prescrites pour le désherbage de la betterave, et uniquement pour cette culture. On sait donc que l'ensemble de ces molécules ne sont appliquées sur cette culture, ce qui présente des avantages méthodologiques que nous verrons plus loin.
- Quelques molécules plus « généralistes », comme l'acéclonifen (homologué sur vigne, maïs, pomme de terre, tournesol), le prosulfocarbe (homologué sur blé, escourgeon, pomme de terre) et surtout le glyphosate, très répandu et utilisé en interculture.

Dans ces cas, il sera beaucoup plus difficile d'attribuer une molécule donnée à une culture : il sera nécessaire de recourir aux « dires d'expert » pour départager les usages en attribuant un pourcentage d'utilisation de la molécule à différentes cultures.

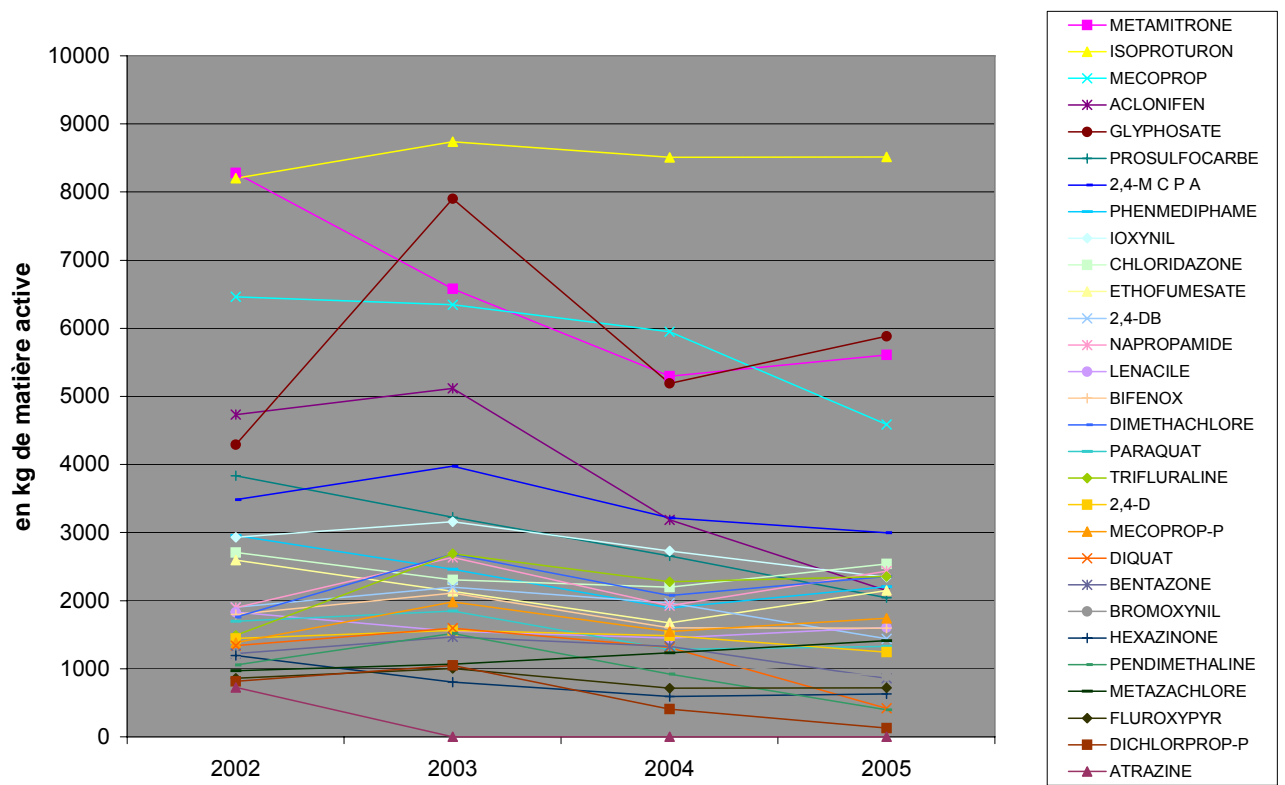


Figure 10 : Evolution des quantités de matières actives herbicides vendues par les coopératives pour les grandes cultures de la zone d'étude

(c) Les insecticides

Ce graphique (Figure 11) montre que les quantités de molécules insecticides vendues sont comparativement plus faibles que les autres substances décrites précédemment, puisqu'elles avoisinent au maximum les 2 tonnes vendues par an (contre 9 t pour les herbicides et 20 t pour les fongicides), mais ce constat est à nuancer du point de vue environnemental dans la mesure elles sont également souvent beaucoup plus toxiques à des doses plus faibles.

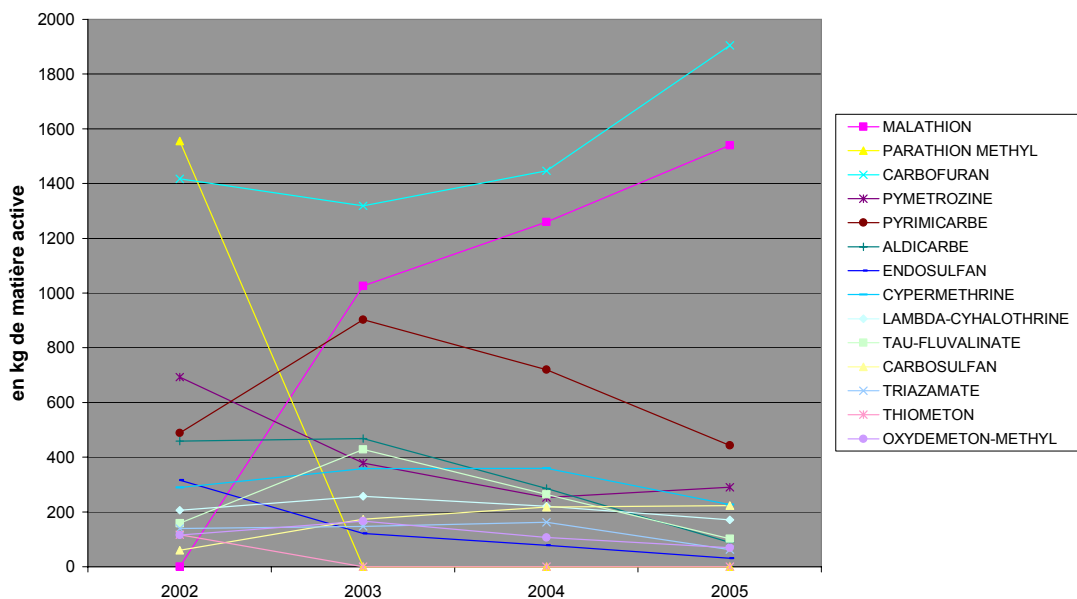


Figure 11 : Evolution des quantités de matières actives insecticides vendues par les coopératives pour les grandes cultures de la zone d'étude

Parmi les insecticides les plus utilisés en quantités, certains se détachent très nettement, comme le parathion methyl, qui a été retiré de la vente en 2003 et remplacé (?) par la mise sur le marché du malathion, dont les ventes augmentent fortement depuis 2003. L'insecticide le plus utilisé sur la période est le carbofuran (homologué sur betterave, maïs et tournesol), en augmentation également depuis 2003.

Deux autres insecticides, le pyrimicarbe et l'aldicarbe, semblent plutôt à la baisse depuis 2003 : il s'agit d'insecticides très généralistes, homologués à la fois sur céréales, betterave et autres cultures (pyrimicarbe : maïs, tournesol, pomme de terre ; aldicarbe : pois, vigne).

En revanche, un autre insecticide, bien représenté ici, est spécifique d'une seule culture : la pymétrozine n'est homologuée que sur pomme de terre, et voit son utilisation décroître fortement depuis 2002.

#### (d) Les régulateurs de croissance

Les régulateurs de croissance sont quant à eux, spécifiques des céréales. Leur usage est prescrit dans certains cas sur colza et tournesol, mais il faudra vérifier si cette utilisation se retrouve réellement dans la pratique.

On notera sur le graphique suivant (Figure 12) qu'il n'y a que deux molécules utilisées de manière significative : le chlormequat chlorure et l'éthéphon, et que toutes deux montrent une baisse de leur vente sur la période considérée. Les quantités vendues sont en revanche très importantes puisqu'elles sont comprises entre 21 tonnes et 14 tonnes pour le chlormequat chlorure et autour de 3 tonnes pour l'éthéphon

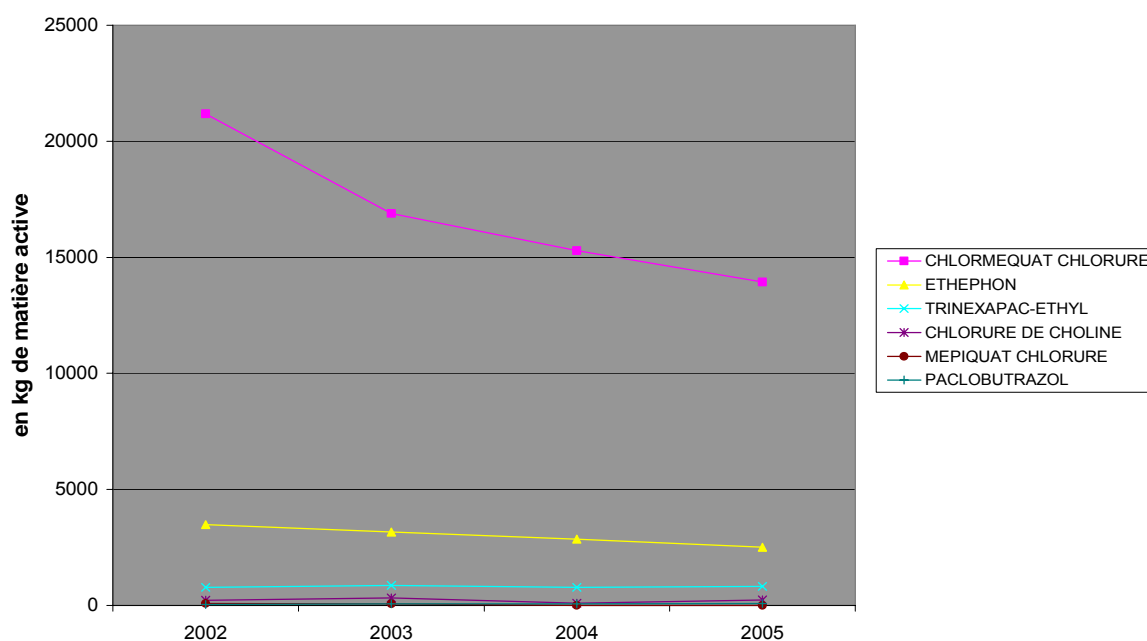


Figure 12: Evolution des quantités de molécules de régulation de croissance vendues par les coopératives pour les grandes cultures de la zone d'étude



### 3.3.2 La suite des traitements envisagés

Ces premiers résultats pourraient déjà servir dans le cas d'une simulation simplifiée, par un modèle qui prendrait en charge les quantités des différentes matières actives apportées annuellement, moyennées sur toute la surface de la zone d'étude (ou du moins sur les surfaces de terres labourables pour les molécules présentées ci-dessus).

Or, cette méthode introduirait un certain nombre de biais :

- ces données brutes ne sont pas pondérées par l'évolution des surfaces de SAU couvertes par les deux coopératives : la variation des doses appliquées par hectare est en partie masquée par la variation des hectares traités.
- nous avons vu qu'il y avait une différenciation spatiale dans la répartition des cultures représentées sur le bassin de la Vesle. Une modélisation plus fine devra donc prendre en charge ses différences dans l'assolement, vues au chapitre 2, pour calculer des quantités d'intrants plus précises à l'échelle de chaque sous-bassin versant.

Pour cela, nous devons convertir ces quantités de matières actives en doses/ha/an apportées sur chacune des cultures pour la période 2000-2005 et les synthétiser sous forme de programmes de traitements dans la *BD ASSPR'Eau II*.

Pour cela, la démarche proposée est la suivante, sachant qu'elle est susceptible d'évoluer fortement en fonction des difficultés rencontrées ou des conseils que nous pourrions obtenir auprès des professionnels du monde agricole. Chacune des étapes figurant ci-dessous ne donne qu'un canevas général des étapes à suivre au cours des prochains traitements :

- 1) Valider séparément les données issues de chacune des coopératives en vérifiant que les données « produits » concordent bien avec les données « surfaces cultivées ». Pour cela, on peut procéder en divisant les quantités annuelles de matières actives vendues par les surfaces de cultures sur lesquelles elles sont homologuées (cette méthode s'applique donc en priorité aux molécules spécifiques à une seule culture, comme la plupart des herbicides sur betterave par exemple). On obtient ainsi une dose moyenne appliquée par hectare d'une culture donnée et comparer cette valeur à la dose homologuée. Cette dernière étant la dose maximale autorisée, on peut estimer que des doses moyennes supérieures à la dose homologuée peuvent indiquer une incohérence dans les données.
- 2) Fusionner les données issues des différentes coopératives en termes de surfaces cultivées et de quantités de molécules vendues annuellement, dans une base de donnée commune.
- 3) Pour chacun des produits figurant dans cette base de données commune, diviser les quantités de matières actives vendues par leur dose homologuée (ou par une fourchette min-max, si cette dose est variable selon les cultures) : on convertit ainsi des quantités en surfaces potentiellement traitées. Cette étape permet de hiérarchiser l'utilisation des produits vendus non plus en terme de tonnage, mais en terme de surface traitée, ce qui permet de faire un deuxième tri parmi les produits les plus utilisés. En effet, certains produits peuvent être utilisés avec des grammages très faibles à l'hectare mais sur des surfaces importantes (Ex. : Titus).
- 4) Pour les produits les plus utilisés (en tonnage ou en surface traitée) homologués sur plusieurs cultures, tenter de retracer leur utilisation réelle à dire d'expert, en leur attribuant un pourcentage d'utilisation par culture (ex. : 90% du produit appliqué sur betterave, 10% sur pois), et les doses les plus généralement pratiquées.
- 5) Reconstituer les programmes de traitements majoritaires par culture et par type d'action phytosanitaire, en croisant les informations contenues dans les différents guides de prescriptions et en les validant auprès des experts.

- 6) Diviser les quantités de produits vendus par les doses prescrites dans ces programmes de traitements majoritaires. On obtient ainsi une surface d'une culture donnée potentiellement traitée par un produit donné, qui peut être rapportée à la surface totale de la culture concernée. On obtient donc un pourcentage (théorique) de la surface d'une culture traitée par un produit donné. Si l'on procède de même pour tous les produits phytosanitaires d'une culture, on peut attribuer à chacun des programmes de traitements un pourcentage d'utilisation par rapport à la sole d'une culture donnée.
- 7) L'ensemble des résultats finaux devra être à nouveau validé à dire d'expert avant d'être saisi dans la *BD ASPPR'Eau II*.

## 4. Conclusion

La démarche de caractérisation des pratiques phytosanitaires à l'échelle d'un bassin versant sur la période récente comporte de nombreuses similitudes avec la démarche précédente, qui consistait à caractériser les dynamiques, sur une période longue, de l'utilisation de certaines molécules herbicides. En effet, dans les deux cas de figure, il s'agit d'une méthode empirique visant à recenser toutes les informations disponibles, à les croiser entre elles pour tenter d'attribuer à chaque programme de traitements un pourcentage d'utilisation par rapport à la sole d'une culture donnée. L'ensemble de ces programmes de traitements représente les pratiques phytosanitaires majoritaires modélisées valables pour une période, une action phytosanitaire et une culture données.

Comme dans la démarche de caractérisation des intrants phytosanitaires sur le long terme, c'est la répartition des cultures qui induit les différenciations spatiales au sein de la zone d'étude, car il n'est pas possible à cette échelle de distinguer une hétérogénéité spatiale des pratiques phytosanitaires. Il en résulte que le même modèle physique de base de données conçu pour la modélisation vers les eaux souterraines servira également pour la modélisation vers les eaux superficielles et l'atmosphère.

Les grandes différences entre ces deux démarches portent essentiellement sur le fait que les données existant sur les pratiques récentes sont beaucoup plus nombreuses et accessibles. Le résultat final, en terme d'intrants apportés au bassin, sera donc certainement plus fiable mais le temps de traitement des données sera plus long et demandera un travail d'expertise plus important.

En effet, à plusieurs reprises, nous aurons besoin de consulter les conseillers agricoles de la zone d'étude pour définir et améliorer notre méthode d'extraction de l'information des données brutes dont nous disposons, afin d'en tirer une méthode robuste qui puisse être transposable à d'autres secteurs et à d'autres échelles spatiales et/ou temporelles.

## 5. Bibliographie

- Guigon-Moreau E. (2006). Transferts des pesticides vers les eaux superficielles et l'atmosphère : caractérisation et modélisation sur le bassin versant de la Vesle. Thèse d'Etat. Université Pierre et Marie Curie, Paris
- Guigon E., Schott C., Blanchoud H., Chevreuil M. & Langellier F. (2005) Transfert des pesticides dans le bassin versant de la Vesle (Reims): expérimentations et modélisation. Actes du colloque du Groupe Français des Pesticides, Marne la Vallée (France).
- Mignolet C, Schott C, Benoît M. (2004). Spatial dynamics of agricultural practices on a basin territory : a retrospective study to implement models simulating nitrate flow. The case of the Seine basin. *Agronomie*; 24 : 219-236.
- Rat A., Mercier P., Ledoux E. (2006). Modélisation des transferts de pesticides vers les eaux souterraines (Application au devenir de l'atrazine). Rapport d'activité programme PIREN-SEINE 2005. 31 p.

- Rat, A. ; Guigon, E. ; Schott, C. ; Blanchoud, H. ; Ledoux, E. ; Mercier, P. ; Benoit, M. (2003). Etude du transfert de pesticides sur le bassin de la Vesle : intrants agricoles et modélisation du transfert vers les eaux de surface et souterraines. Rapport intermédiaire du contrat PIREN-Seine. 20 p.
- Schott, C. ; Brajot, C. ; Mignolet, C. ; Ruelland, D. ; Benoît, M. (2006). Dynamiques spatiales des activités agricoles dans le bassin de la Seine : méthodes et résultats sur les sites - ateliers de la Vesle et de la Blaise. Rapport de synthèse du programme PIREN-Seine. 37 p.
- Schott, C. ; Mignolet, C. ; Benoît, M. ; Rat, A. ; Ledoux, E. (2006). Modélisation des pratiques phytosanitaires sur le bassin versant de la Vesle. *In : Actes du 35<sup>ème</sup> Congrès du Groupe Français des Pesticides, Marne-la-Vallée ; 2005/05/19 (à paraître).*
- Schott, C. ; Mignolet, C. ; Benoît, M. (2005). Modélisation des pratiques phytosanitaires sur le bassin de la Vesle : le cas du désherbage chimique de la vigne et du maïs de 1970 à nos jours. Rapport d'activité programme PIREN-SEINE 2004 : 45 p.
- Schott, C. ; Mignolet, C. ; Benoît, M. (2003). Organisation spatiale des systèmes de cultures sur le bassin de la Vesle. Rapport d'activité du programme PIREN-SEINE. 25 p.

## **6. Remerciements**

Nous tenons à remercier vivement tous les organismes qui ont eu l'amabilité de nous faire confiance et de nous confier les données sans lesquelles ce travail ne serait pas possible. Je pense notamment au CIVC, au GDV, à la Chambre d'Agriculture de la Marne, aux coopératives agricoles et viticoles Champagne Céréales, Cohésis, La Cave ainsi que la CSGV.