



Agence de l'eau  
*Rhin-Meuse*

## Recherche de pesticides dans l'eau de la Moselle à différentes périodes de l'année

Etude réalisée par l'Agence de l'eau Rhin-Meuse  
Auteur : Marc Babut, division Milieu Naturel et Données Techniques  
Echantillonnage : Jean-Claude Bessaguet,  
division Milieu Naturel et Données Techniques  
Analyses : Christophe Breuzin, division Milieu Naturel et Données Techniques  
et Thérèse Français, Laboratoire d'Hygiène et de Recherches en Santé  
Publique, Vandoeuvre-les-Nancy

Editeur : Agence de l'eau Rhin-Meuse

Décembre 1996

90 exemplaires

100 francs

© 1996 - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Tous droits réservés

<input checked="" type="checkbox"/>	Public
<input type="checkbox"/>	Interne
<input type="checkbox"/>	Confidentiel

2075

## Recherche de pesticides dans l'eau de la Moselle à différentes périodes de l'année

### Sommaire

#### 1. Introduction

#### 2. Méthodes

2.1 *Choix des substances* 3

2.2 *Echantillonnage* 4

2.3 *Méthodes d'analyse* 5

2.4 *Assurance qualité* 6

#### 3. Résultats & discussion

3.1 *Fonctionnement du programme de prélèvement* 7

3.2 *Résultats bruts : a) données hebdomadaires ; b) données journalières* 7

3.3 *Relations concentration - débit* 8

3.4 *Relation avec l'occupation du sol et l'utilisation des produits* 9

3.5 *Confrontation des résultats des mesures avec ceux du réseau national de bassin* 11

#### 4. Conclusion

13

#### Annexes

Tableaux de résultats 17

1- analyses

2- débits

3- pluviométrie

Remerciements à EdF (Centrale de Cattenom) pour l'accès au site de prélèvement et les données de débit à Apach

## 1. Introduction

L'une des conséquences de l'agriculture intensive est le risque de contamination des eaux superficielles et souterraines par les produits phytopharmaceutiques utilisés pour protéger les cultures. Ceci justifie de nombreux travaux d'étude sur les mécanismes et conditions de transfert, ainsi que des campagnes de surveillance des milieux. Cependant, pour diverses raisons, notamment techniques, ces analyses concernent souvent un nombre limité de substances, donc de cultures. Dans les eaux superficielles, les substances analysées dans le bassin Rhin-Meuse dans le cadre du "Réseau National de bassin" (RNB) incluent l'atrazine, la simazine, l'isoproturon, le chlortoluron, le diuron et le linuron, ainsi que l'endosulfan et le lindane. Les produits phytopharmaceutiques employés sur colza, n'ont jusqu'à présent pas été pris en compte dans cette surveillance ; pourtant cette culture est actuellement la troisième en Lorraine par ordre d'importance des superficies développées, et semble appelée à se développer encore plus en raison des dispositions de la "Politique Agricole Commune" qui permettent la culture du colza industriel sur les parcelles en jachère. Ces différents éléments justifiaient donc une première approche destinée à identifier les substances utilisées sur colza présentes dans les eaux superficielles, et leurs niveaux de concentration. La Moselle dans sa partie aval paraissait bien adaptée à cette première approche, dans la mesure où son bassin versant couvre une grande partie de la Lorraine, et recouvre partiellement les secteurs de culture du colza.

D'autre part, les dispositions pratiques du RNB telles qu'arrêtées dans le protocole mis en oeuvre à partir de 1992 ne donnent pas complètement satisfaction en ce qui concerne les pesticides en général, et les herbicides de la famille des phényl-urées (isoproturon, chlortoluron, diuron et linuron) en particulier : elles prévoient un certain nombre de prélèvements annuels (4 à 13 selon les lieux), régulièrement espacés. Cette modalité ne semble plus justifiée, au moins pour certaines substances, par les connaissances actuelles des risques de transfert<sup>1</sup>, ni par les données de surveillance recueillies depuis plusieurs années<sup>2</sup>. L'amélioration de l'échantillonnage passe au préalable par une connaissance plus fine des périodes d'occurrence et de la durée des pics de concentration des herbicides de la famille des phényl-urées, principales substances de la liste actuellement surveillée pour lesquelles le programme d'échantillonnage paraît inadapté<sup>3</sup>.

Dans ce contexte, les objectifs de cette étude étaient :

- rechercher et quantifier les substances phytopharmaceutiques employées sur colza dans les eaux de la Moselle, dans la partie aval du bassin versant ;
- identifier les caractéristiques des pics de concentration de ces substances, ainsi que des phényl-urées.

<sup>1</sup> cf notamment : **Thurman E.M. & al.** (1991) Herbicides in surface waters of the Midwestern States : the effect of spring flush, *Environ.Sci.Technol.*, 25, 1794-1796 ; **Thurman E.M. & al.** (1992) A reconnaissance study of herbicides and their metabolites in surface water of the Midwestern States using immunoassay and gas chromatography/mass spectrometry, *Environ.Sci.Technol.*, 26, 2440-2447 ; **Richards RP. & al.** (1993). Pesticide concentration patterns in agricultural drainage networks in the Lake Erie basin, *Environ.Toxicol.Chem.*, 12, 13-26 ; **Williams RJ. & al.** (1995). Pesticide transport to surface waters within an agricultural catchment, *J.IWEM*, 9, 72-81

<sup>2</sup> cf le rapport " Surveillance des micropolluants organiques dans les eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse (1992-93) "

<sup>3</sup> Pour les triazines, le programme actuel semble plus adapté, puisque ces composés sont présents à peu près toute l'année ; une surveillance accrue au printemps et au début de l'été serait toutefois utile.

Le secteur choisi pour réaliser les prélèvements semble plus approprié dans la perspective d'une première évaluation d'impact ; en revanche, il ne permettra pas de faire une évaluation exhaustive, qui supposerait la mise en oeuvre de prélèvements beaucoup plus nombreux en différents points du réseau hydrographique. La station de prélèvement est située sur la Moselle à Cattenom (cf carte) ; les observations faites en ce point sont *a priori* comparables à celles faites à Sierck, station RNB bénéficiant d'un programme de surveillance renforcé à 13 prélèvements par an.

## **2. Méthodes**

### **2.1 Echantillonnage**

Compte tenu des périodes d'application des substances visées, deux périodes de prélèvement ont été privilégiées, à savoir la fin de l'automne et le début du printemps. Le début des périodes de prélèvement était légèrement antérieur aux applications, avec ensuite une modulation en fonction des précipitations.

Le principe retenu a été de réaliser des échantillons moyens journaliers, à l'aide d'un préleveur Endress-Hauser réfrigéré (ASP-9465-D, version à 12 flacons en verre) ; par souci d'optimisation du programme d'analyses, celles-ci ont été conduites en deux étapes : dans la première étape, un mélange d'aliquotes de sept échantillons journaliers était analysé ; dans la deuxième étape, les échantillons journaliers étaient analysés à leur tour si l'échantillon hebdomadaire dépassait un certain seuil, laissant présager une concentration importante dans un ou plusieurs échantillons journaliers. Dans la pratique, ce seuil a varié au cours du temps, et au gré des circonstances : volumes recueillis, pannes etc.

### **2.2 Choix des substances analysées**

Pour les pesticides employés sur colza, le choix a été établi à partir des quantités commercialisées en Lorraine (communication CETIOM<sup>4</sup>), et de la solubilité des substances, en considérant que les substances peu solubles seraient moins mobiles en phase aqueuse. La faisabilité de l'analyse a ensuite été considérée, pour aboutir à la liste ci-après ; les substances indiquées par une astérisque n'étaient pas analysables en routine au début de l'étude, et ont justifié la mise au point d'une méthode spécifique.

---

<sup>4</sup> Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains

### Substances recherchées selon les campagnes de prélèvement :

Substance	Printemps	Automne
Propaquizafop		
Fluazyfop		
Benomyl		
Carbendazime		
Carbofuran		
Isoproturon		
Isoproturon		
Chlortoluron		
Diuron		
Linuron		
Metazachlor		
Tebutame		

Par ailleurs, les concentrations en carbone organique dissous ont été relevées systématiquement au cours des deux campagnes.

### 2.3 Méthodes d'analyse

Au terme d'une phase préalable de réflexion et de test de différentes méthodes d'analyse possibles, deux approches multirésidus ont été retenues :

1. extraction liquide/liquide au dichlorométhane, dosage en chromatographie phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse ; cette méthode s'applique en première intention aux Terbuphos, Carbofuran, Metazachlor, Fluazyfop et à la Trifluraline.
2. extraction liquide/solide, dosage en chromatographie liquide haute performance, détecteur UV à barrette de diodes ; cette méthode s'applique en première intention aux phénylurées (Isoproturon, Chlortoluron, Diuron, Linuron), et aux Carbendazime, Tebutame et Propaquizafop.

Dans un deuxième temps, et dans la mesure du possible (selon la quantité d'extrait disponible, et l'applicabilité des méthodes analytiques), une confirmation des résultats obtenus avec l'une des deux méthodes sera réalisée avec la deuxième.

Le tableau 1 ci-dessous résume les rendements d'extraction et limites de détection obtenus pendant la phase de mise au point des méthodes d'analyse.

**Tableau 1 - Résumé des conditions d'analyse**

Substances	Extraction liquide/liquide + GC-MS		Extraction liquide/solide + HPLC-UV	
	rendement extraction	seuil de détection	rendement extraction	seuil de détection
Carbofuran	88	0.05	68	0.15
Terbuphos	92	0.05	-	-
Isoproturon	69	0.3	104	0.01
Chlortoluron	68	0.9	94	0.04
Diuron	78	0.9	89	0.05
Linuron	97	0.07	93	0.07
Carbendazime	-	-	103	0.04
Metazachlor	88	0.04	48	0.19
Fluazyfop	103	0.05	63	0.09
Propaquizafop	-	-	86	0.01
unités	%	µg/l	%	µg/l

Le Benomyl n'a pu être dosé, en raison de sa dégradation trop rapide dans l'eau ; le tébutame, ne faisant pas partie de la liste des substances primitivement retenues, n'a pas été pris en considération pendant la phase de mise au point des analyses ; la limite de dosage obtenue pendant la campagne d'automne est de l'ordre de 0.02 µg/l. La trifluraline et le napropamide ne figurent pas sur ce tableau parce que leurs limites de quantification n'ont pas été vérifiées ; le tébutame a été introduit dans les paramètres à mesurer entre les deux campagnes.

## 2.4 Assurance qualité

Avant chaque série d'analyses, plusieurs contrôles sont réalisés, afin de minimiser les risques d'erreurs :

1. contrôle de la pureté du solvant d'extraction ;
2. contrôle de l'ensemble du protocole analytique (extraction, analyse), par l'analyse d'eaux de source dopée et non dopée ;
3. injection au début d'une série d'analyses d'une gamme de trois étalons, et comparaison avec les résultats obtenus lors de la validation de la méthode ;
4. injection à intervalle régulier au sein de la série d'échantillons de trois échantillons de contrôle : un blanc, un étalon et un témoin provenant d'une autre solution-mère que celle utilisée pour la fabrication de l'étalon.

Le LHRSP<sup>5</sup> a mis en place un système d'assurance qualité, avec un projet d'accréditation COFRAC<sup>6</sup> pour le deuxième semestre 1996 ; en ce qui concerne plus spécifiquement les analyses de substances phytosanitaires employées sur colza, il a également participé à des essais croisés avec le CIRSEE<sup>7</sup> et le laboratoire d'analyses du CETIOM.

<sup>5</sup> Laboratoire d'Hygiène & de Recherches en Santé Publique, Vandoeuvre les Nancy

<sup>6</sup> Comité Français d'Accréditation

<sup>7</sup> Centre International de Recherche sur l'Eau et l'Environnement, Lyonnaise des Eaux/Degrémont, Le Pecq

### **3. Résultats & discussion**

#### **3.1 Fonctionnement du programme de prélèvement**

Un certain nombre d'incidents sont venus perturber le déroulement du programme : pannes de courant, irrégularités dans le fonctionnement des pompes etc. Ces incidents concernaient la plupart du temps directement le matériel de prélèvement, qui s'est avéré assez instable, et délicat à programmer. Ceci s'est traduit par des contraintes imprévues au stade de l'analyse, notamment l'impossibilité de réaliser les analyses sur échantillons journaliers, ou nécessité de choisir entre phényl-urées et autres substances. Dans ce cas, la priorité a été donnée aux substances employées sur colza.

Si ce constat n'invalide pas la stratégie de prélèvement mise en oeuvre, il remet par contre en question la possibilité de l'employer sur des sites relativement éloignés des lieux de traitement des échantillons, ou implique une supervision très serrée de l'appareil de prélèvement.

#### **3.2 Résultats bruts**

##### *a) Echantillons hebdomadaires*

Les résultats d'analyse des mélanges hebdomadaires sont présentés en annexe 1. Au cours de la campagne de printemps, 3 substances ont été mises en évidence : carbendazime, isoproturon et diuron. L'occurrence la plus fréquente durant cette période est due à l'isoproturon, la concentration la plus élevée au carbendazime (Figure 1).

Au cours de la campagne d'automne, 4 substances ont été mises en évidence : métazachlor, carbendazime, isoproturon et tebutame. Les deux premières sont présentes de manière très ponctuelle (une ou deux fois en début de campagne), les deux dernières sur des périodes continues. Les niveaux de concentrations, pour l'isoproturon, sont comparables à ceux de la campagne de printemps (Figure 2).

##### *b) Echantillons journaliers*

Les résultats d'analyses journalières figurent en annexe 2. Deux séries seulement ont pu être analysées pour la campagne de printemps : du 4 au 10 avril, analyse d'isoproturon ; du 25 avril au 1er mai, analyse de carbendazime. Les analyses journalières d'isoproturon et de diuron n'ont pas été possibles pour les séquences où ces substances ont atteint les concentrations les plus élevées dans les échantillons hebdomadaires.

Le nombre d'échantillons journaliers analysés à l'automne est nettement plus élevé (26 échantillons, en 3 périodes). Seul le tébutame a été mesuré durant cette période, en raison du trop faible volume d'eau collecté. Les résultats sont certainement sous-estimés, en raison du caractère volatil du tébutame, et du séjour des échantillons dans le préleveur (une semaine pour certains échantillons).

Parmi les substances recherchées ni le propaquizafop, ni le fluazyfop, ni le chlortoluron et le linuron n'ont été mis en évidence dans aucun des échantillons hebdomadaires. Trois de celles

détectées l'ont été de manière épisodique, interdisant par là même toute interprétation statistique : diuron, carbendazime, métazachlor ; si ce constat était confirmé sur plusieurs années, on pourrait en conclure que ces substances ont un impact très faible sur la qualité de l'eau de la Moselle. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 2.

**Tableau 2 - Aperçu statistique des concentrations mesurées dans les échantillons hebdomadaires**

	Carbendazime (printemps)	Diuron (printemps)	Diuron (automne)	Isoproturon (printemps)	Isoproturon (automne)	Tebutame
limite de dosage ( $\mu\text{g/l}$ )	0.04	0.05	0.05	0.01	0.01	0.02
nb mesures	11	12	12	12	12	12
nb > lim	2	3	0	6	4	11
médiane ( $\mu\text{g/l}$ )	-	-	-	0.20	0.58	0.16
maxi ( $\mu\text{g/l}$ )	1.09	0.43	-	0.75	0.86	0.56
percentile90 ( $\mu\text{g/l}$ )	-	-	-	-	-	0.41

Les valeurs "mini" sont systématiquement inférieures aux limites de dosage.

### 3.3 Relations concentration - débit

Les données complètes de débit figurent en annexe. Le rapprochement de la courbe des débits journaliers durant la campagne de printemps (figure 3) et du diagramme des concentrations dans les échantillons moyens est assez exemplaire : entre le 04 avril et le 06 juillet, on enregistre 6 pointes de débit à Apach ; 4 d'entre elles sont associées à des teneurs notables de pesticides dans les échantillons moyens : isoproturon et diuron entre le 18 et le 24 avril, et entre le 30 mai et le 05 juin ; carbendazime seul (06 au 12 juin) ou concomitant avec l'isoproturon (25 avril au 01 mai). La pointe de débit enregistrée entre le 16 et le 22 mai est également probablement associée à des concentrations élevées en isoproturon (détecté dans une partie des échantillons de cette période), mais des dysfonctionnements du préleveur ont perturbé la collecte. Enfin, de l'isoproturon a également été détecté entre le 04 et le 10 avril, au cours d'une période de décrue, donnant à penser que le programme de prélèvement a démarré trop tard.

Le rapprochement des concentrations dans les échantillons journaliers avec les débits permet de confirmer cette relation ; il montre aussi qu'il peut y avoir un décalage entre la concentration maximum atteinte et la pointe de débit, au moins dans le cas du carbendazime (Figures 4 et 5).

La même confrontation concentrations hebdomadaires / débits sur les résultats de la campagne d'automne donne des résultats plus nuancés : les pointes de débit, au nombre de 7, voire 8 (cf Figure 6) sont réparties en deux périodes correspondant à une partie des concentrations élevées de tebutame, pour la première période, et d'isoproturon, pour la deuxième (du 24 octobre au 18 novembre). Toutefois, les concentrations les plus élevées coïncident moins bien avec les pointes de débit, surtout en ce qui concerne l'isoproturon : sa concentration augmente avec la crue du 24 au 31 octobre, mais continue d'augmenter pendant les phases de décrue et de débit modéré qui suivent. Le maximum de concentration de l'isoproturon correspond au débit le plus bas de cette période.

Dans le cas du tebutame, on note comme pour le carbendazime un décalage entre débit et concentration, confirmé par la confrontation des analyses journalières aux débits (Figure 7), voire

une divergence pour la période du 16 au 18 septembre. Les trois crues du 21 septembre au 10 octobre correspondent apparemment à des échantillons ne contenant pas de pesticides détectables.

Ces différentes modalités de relation débit/concentration de pesticides sont certainement liées aux modalités de transfert du sol vers les eaux superficielles des substances suivies dans cette étude. L'augmentation des concentrations simultanée aux crues s'explique par le transport en phase dissoute, sous forme d'un ruissellement essentiellement superficiel. Le décalage entre pointe de concentration et crue relevé pour le tébutame et l'isoproturon à l'automne pourrait en revanche s'expliquer soit par un transport également en phase dissoute, mais retardé par un cheminement en sub-surface du sol (ruissellement "hypodermique"), soit par un transport en phase dissoute via le ruissellement superficiel, mais associé à un régime des débits des sous-bassins beaucoup plus contrasté à l'automne qu'au printemps. Ceci supposerait cependant que les affluents de la Moselle qui alimentent cette dernière en pesticides le font à l'automne avec des concentrations très élevées. Enfin, une dernière hypothèse, apparentée au ruissellement de sub-surface, serait une interception de l'eau infiltrée par les réseaux de drainage ; elle pourrait sans doute mieux expliquer les décalages entre pointes des débits et des concentrations. Pour le moment, cette hypothèse n'a pu être vérifiée.

En résumé, les observations réalisées pendant les deux campagnes de prélèvement réalisées en 1995 sont caractérisées par :

- la présence d'isoproturon au printemps et à l'automne
- la présence de diuron au printemps
- parmi les produits appliqués au colza la présence de carbendazime de manière ponctuelle au printemps, et de tébutame de manière soutenue à l'automne
- une relation très nette entre les pointes de débit et celles de concentration pour l'ensemble des substances identifiées au printemps, et une relation positive, mais plus complexe, pour les substances identifiées à l'automne ; ces différents éléments militent dans le sens d'un transfert en phase dissoute, avec un transport superficiel ou retardé (hypodermique ou via les réseaux de drainage).

### **3.4 Relation avec l'occupation du sol et l'utilisation des produits**

Il s'agit ici de voir si l'on peut mettre en relation les concentrations observées à Cattenom avec des zones d'apport ; cette évaluation peut être tentée de plusieurs façons, notamment :

- analyse des correspondances entre débits à l'exutoire des affluents et débits de la Moselle à Apach
- analyse des correspondances entre pluies en différents points du bassin versant et débits à Apach
- approche cartographique

### *a) Correspondance entre débits de la Moselle à Apach et de ses affluents*

Comme on peut le constater figure 3, les débits journaliers de la Moselle à Apach pendant la période d'avril à juin évoluent parallèlement à ceux de la Moselle à Toul, et des deux affluents les plus importants par rapport à l'occupation agricole des sols du bassin versant, à savoir l'Orne et la Seille. Compte tenu de ce parallélisme, il paraît difficile de mettre en relation les pointes de concentration d'une substance ou d'une autre avec un bassin versant ou un autre.

La situation apparaît plus contrastée, pour les débits de la période de septembre à novembre (figure 6) : les débits de l'Orne restent en effet stables et très bas pendant la plus grande partie de la période où le tébutame est mesuré à Cattenom. Les débits de la Seille sont également assez bas, mais fluctuent d'une manière relativement parallèle à ceux de la Moselle ; la principale contribution en termes de débit est cependant apportée par le bassin de la Moselle à l'amont de Toul. On ne peut cependant considérer qu'il en va de même pour le tébutame.

Si l'isoproturon était apporté principalement par ruissellement superficiel, le décalage entre pointes de débits et pointes de concentration observés surtout en automne ne semblerait alors pouvoir s'expliquer que par des contributions de certains affluents qui seraient mineures en termes de débit, mais suffisantes en termes de flux pour provoquer l'augmentation de concentration. En revanche, cela signifierait que les pics d'isoproturon dans les affluents atteignent des niveaux de concentration considérables.

### *b) Correspondance entre pluies et débits*

Les données pluviométriques ont été recueillies à Chateau-Salins, Lunéville, Metz-Augny, Tomblaine et Toul ; elles paraissent très homogènes pendant la période de printemps où a eu lieu la première campagne de mesures (figure 8) ; ces graphiques ne permettent pas, en première analyse, de distinguer des secteurs où des pluies plus fortes auraient entraîné des ruissellements conséquents, pouvant ensuite expliquer les pointes de concentrations observées dans la Moselle à Cattenom.

A l'automne, on ne note pas non plus de différences notables dans les données recueillies aux mêmes postes (figure 9), qui enregistrent tous des précipitations importantes en septembre, ainsi que durant la première et la dernière décade d'octobre et la deuxième décade de novembre, ce qui correspond d'ailleurs aux pointes de débit à Apach (figure 6). A part le secteur de Metz, les niveaux de précipitations sont très similaires sur l'ensemble du secteur d'étude, et ne permettent donc pas plus à l'automne qu'au printemps d'identifier des zones d'apport.

### *c) Approche cartographique*

Il s'agit ici de tenter de superposer les zones de culture du colza avec le découpage en zones hydrographiques. Les zones de cultures sont en fait représentées par une cartographie des zones de collecte en 1994, ce qui implique plusieurs biais : décalage avec les observations (la collecte 1994 correspond aux semis de l'été 1993, les mesures dans l'eau en 1995 correspondent au printemps aux

semis de l'été 1994, à l'automne à ceux de l'été 1995), silos pouvant être situés en dehors des zones de culture proprement dites (ainsi, la plus forte collecte est réalisée à Metz).

Avec ces réserves, la carte présentée en annexe montre que la partie des bassins versants de l'Orne et la Seille constituent des zones de collecte importante pour le colza ; les collectes sont faibles dans la zone hydrographique incluant la station de mesure de Toul (amont du confluent avec la Meurthe), et intermédiaires dans les autres zones hydrographiques.

Faute de pouvoir établir des ratios *surfaces développées sur superficie de la zone hydrographique*, on peut cependant en tenter une approximation sous forme d'un ratio *tonnage collecté dans une zone hydrographique sur superficie de cette zone*, en retenant pour le tonnage cumulé la somme des valeurs centrales des collectes par commune dans la zone hydrographique considérée. Ces ratios représentent ainsi une estimation de la " pression " des cultures de colza sur les cours d'eau (tableau 3).

**Tableau 3 - Ratios tonnages collectés / superficies des bassins**

Zone hydrographique	Superficie (km <sup>2</sup> )	Tonnage collecté (1994)	Ratio
Moselle amont confluent Meurthe	1950	3500	1.79
Meurthe	1376	12000	8.72
Moselle entre confluent Meurthe et confluent Orne	939	9000	9.58
Rupt de Mad	385	6500	16.88
Orne	1268	23000	18.14
Seille	1348	32000	23.74
Moselle aval	685	11500	16.79

Faute de pouvoir l'attribuer à un bassin versant précis, la collecte des silos de Metz n'a pas été prise en compte.

Cette estimation donne à penser que la pression la plus forte exercée par la culture de colza provient de certains affluents (Orne, Seille et Rupt de Mad) et la Moselle aval. Les contributions à la contamination de la Moselle par le tébutame seraient donc à chercher d'abord dans ces secteurs-là.

On peut remarquer que le bassin versant de la Meuse est en revanche caractérisé par un ratio modéré (8.17).

### 3.5 Confrontation des résultats des mesures avec ceux du réseau national de bassin

La comparaison des résultats des deux campagnes de mesures avec ceux de la surveillance annuelle des cours d'eau peut répondre à deux objectifs : confirmer indirectement les conclusions sur les zones d'apports, et évaluer la pertinence des modalités d'échantillonnage en vigueur dans le réseau.

La surveillance des pesticides dans le cadre du réseau national de bassin (RNB) implique 6 stations de prélèvement, réparties entre la Moselle elle-même et son affluent principal, la Meurthe

(tableau 4). La station de Sierck, sur la Moselle, est échantillonnée 13 fois par an depuis 1993. les autres stations 4 fois par an.

**Tableau 4 - Sites et fréquences de prélèvements d'eau pour les analyses de pesticides dans le cadre du RNB**

Cours d'eau	Station	Numéro RNB	Nombre de prélèvements/an
Moselle	Chatel-Nomexy	054500	4
Moselle	Mereville	057000	4
Moselle	Liverdun	060750	4
Meurthe	Blainville sur l'Eau	070250	4
Meurthe	Bouxières	074000	4
Moselle	Bousse	P00020	4
Moselle	Sierck	094900	13

Les pesticides analysés dans le cadre du RNB incluent actuellement deux herbicides de la famille des triazines, l'atrazine et la simazine, et quatre herbicides de la famille des phényl-urées, identiques à ceux analysés dans le cadre de cette étude : isoproturon, chlortoluron, diuron et linuron. La discussion sera donc limitée aux phényl-urées, seuls paramètres communs aux deux démarches.

Sur l'ensemble des 7 points de mesure, 103 analyses ont été réalisées entre janvier 1992 et juin 1995, les résultats du deuxième semestre 1995 n'étant pas encore validés et inclus dans la base de données d'analyses de micropolluants au moment de la rédaction de ce rapport. Sur ces 103 prélèvements, 7 seulement révèlent des concentrations mesurables en isoproturon, et 32 en diuron ; les autres phényl-urées ne sont jamais détectées. Pour l'isoproturon, ce sont plutôt les points situés dans les tronçons aval des bassins versants qui révèlent occasionnellement des concentrations mesurables, à savoir Bouxières pour la Meurthe, Bousse et Sierck pour la Moselle. Pour le diuron, tous les points sont concernés, avec toutefois une fréquence d'apparition plus marquée dans les tronçons aval. Cet herbicide est détecté essentiellement dans les prélèvements effectués en mai, juin, août et septembre (figure 10). Les concentrations mesurables de diuron s'étagent de 0.05 µg/l à 1.09 µg/l, celles d'isoproturon de 0.11 à 0.25 µg/l.

En comparaison avec les résultats obtenus dans le cadre de la présente étude, ces résultats du RNB confirment essentiellement l'inadéquation du programme d'échantillonnage en vigueur actuellement, en ce qui concerne les phényl-urées dont le mode de transfert est apparemment plutôt lié au transport en phase dissoute, dans le ruissellement superficiel ou dans le ruissellement retardé. Les niveaux de concentrations atteints par l'isoproturon sont beaucoup plus faibles dans les prélèvements RNB, et la même tendance est relevée pour le diuron, malgré un meilleur rendement du RNB, peut-être explicable par les usages non agricoles du diuron. Une observation similaire peut être faite pour les fréquences de mise en évidence.

L'approche RNB pratiquée depuis 1992 ne donne donc pas une représentation précise de l'amplitude et de l'étendue dans le temps de la contamination par l'isoproturon, ce qui incite à s'interroger sur la validité de cette approche. Des aménagements sont certainement souhaitables, en termes de fréquence d'échantillonnage en particulier. Toutefois, le RNB n'a probablement pas

vocation à rendre compte de tous les problèmes de contamination ; il ne saurait en particulier répondre aux besoins de connaissances sur les modalités de transfert des substances phytosanitaires aux exutoires des bassins versant, mais devrait plus jouer un rôle d'alerte. Dans cet esprit, il conviendrait de placer des stations de mesure dédiées à la surveillance des pesticides sur certains affluents.

#### **4. Conclusion**

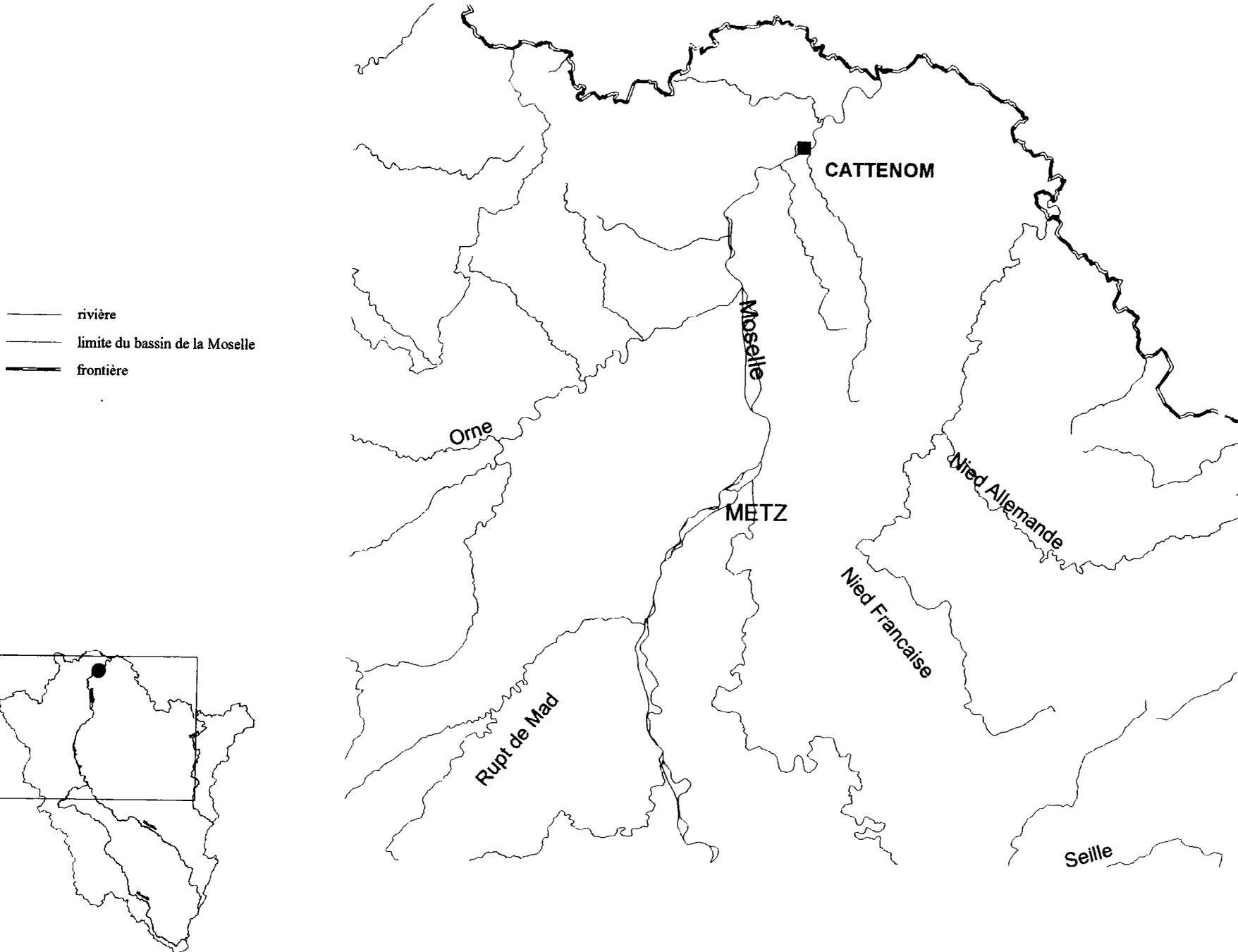
Parmi la gamme des produits phytosanitaires surveillés dans l'eau de la Moselle à Cattenom en 1995, ce sont des herbicides, à savoir deux phényl-urées, l'isoproturon et le diuron, et le tébutame, qui sont retrouvés le plus fréquemment, à des concentrations parfois notables. Globalement, la concentration de ces substances augmente avec le débit pendant les périodes où ont lieu les transferts ; plusieurs modes de transfert peuvent être évoqués pour expliquer ce comportement : transport en phase dissoute par le ruissellement superficiel, transport dissous en ruissellement hypodermique ou par les réseaux de drainage.

L'étude sommaire des débits de la Moselle en différents points et de ses affluents, pas plus que l'examen des données pluviométriques, n'ont permis d'identifier des zones d'apport ; en revanche, l'approche cartographique à partir des données de récolte du colza permet de cibler des zones d'apport plus probable, à savoir les bassins de la Seille, l'Orne, la Moselle aval et le Rupt de Mad. Ces zones devraient faire l'objet d'investigations complémentaires : inventaire des réseaux de drainage, campagnes de mesures.

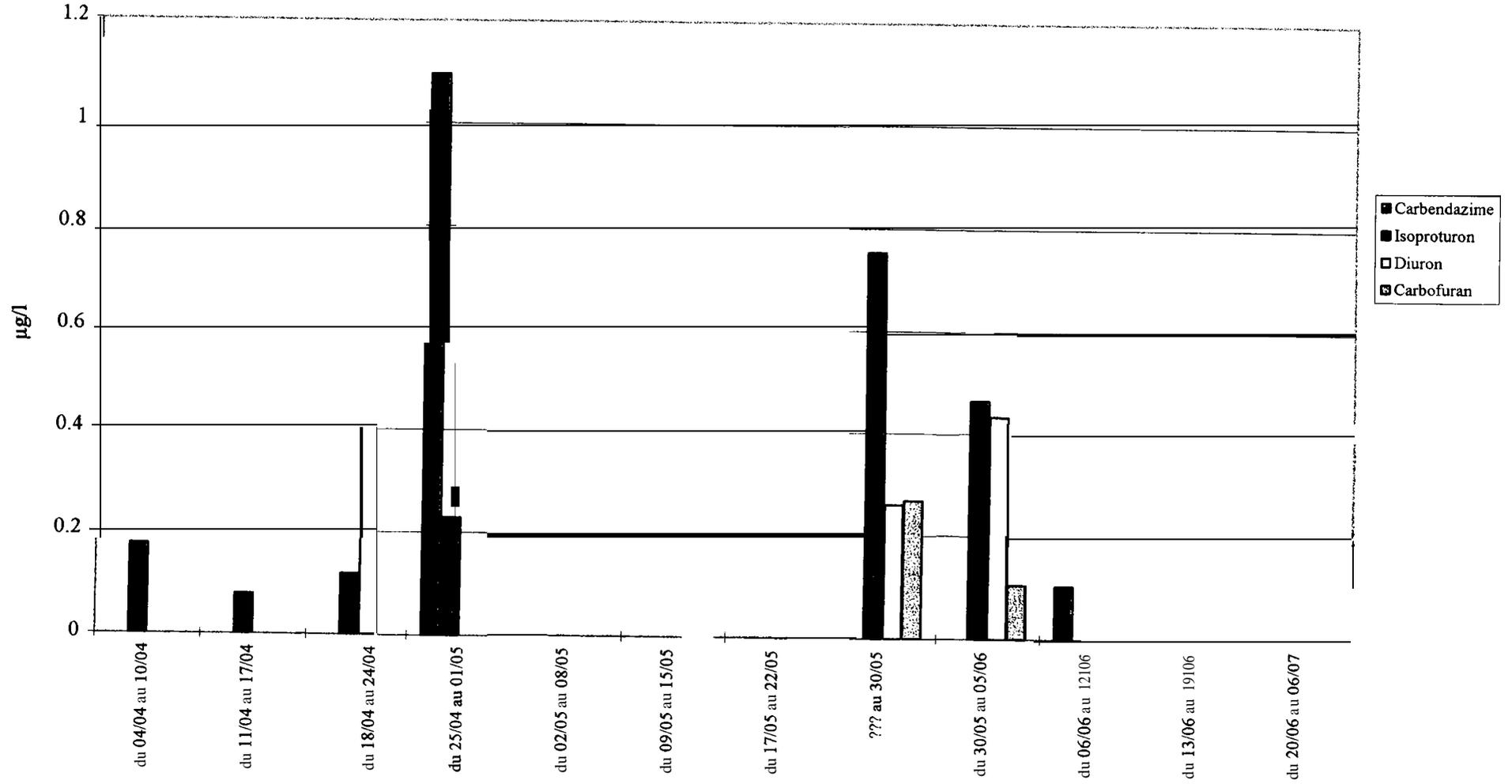
Les mesures d'isoproturon, notamment dans le cadre du RNB, devraient être renforcées pendant les périodes de transfert (printemps et automne) ; il conviendrait également de chercher à identifier les zones d'apport. D'autre part, les concentrations parfois élevées de ce composé en regard des valeurs réglementaires pour l'eau potable devraient également conduire à une évolution de la surveillance au niveau des prises d'eau, ou à des précautions particulières au moment des crues de printemps et d'automne.

# ANNEXES

# LOCALISATION DE LA STATION DE CATTENOM

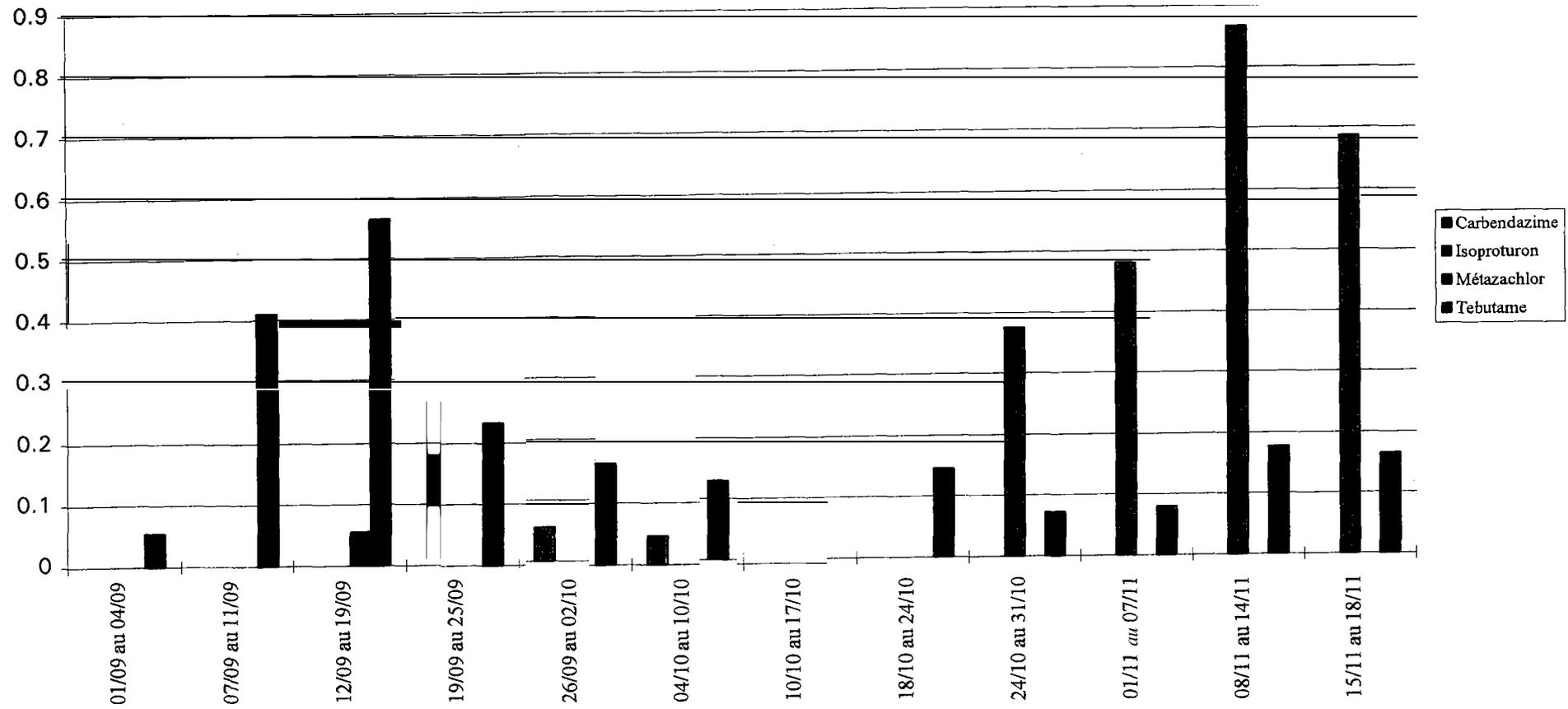


**Figure 1**  
**Pesticides dans la Moselle à Cattenom**  
**Campagne printemps 1995**

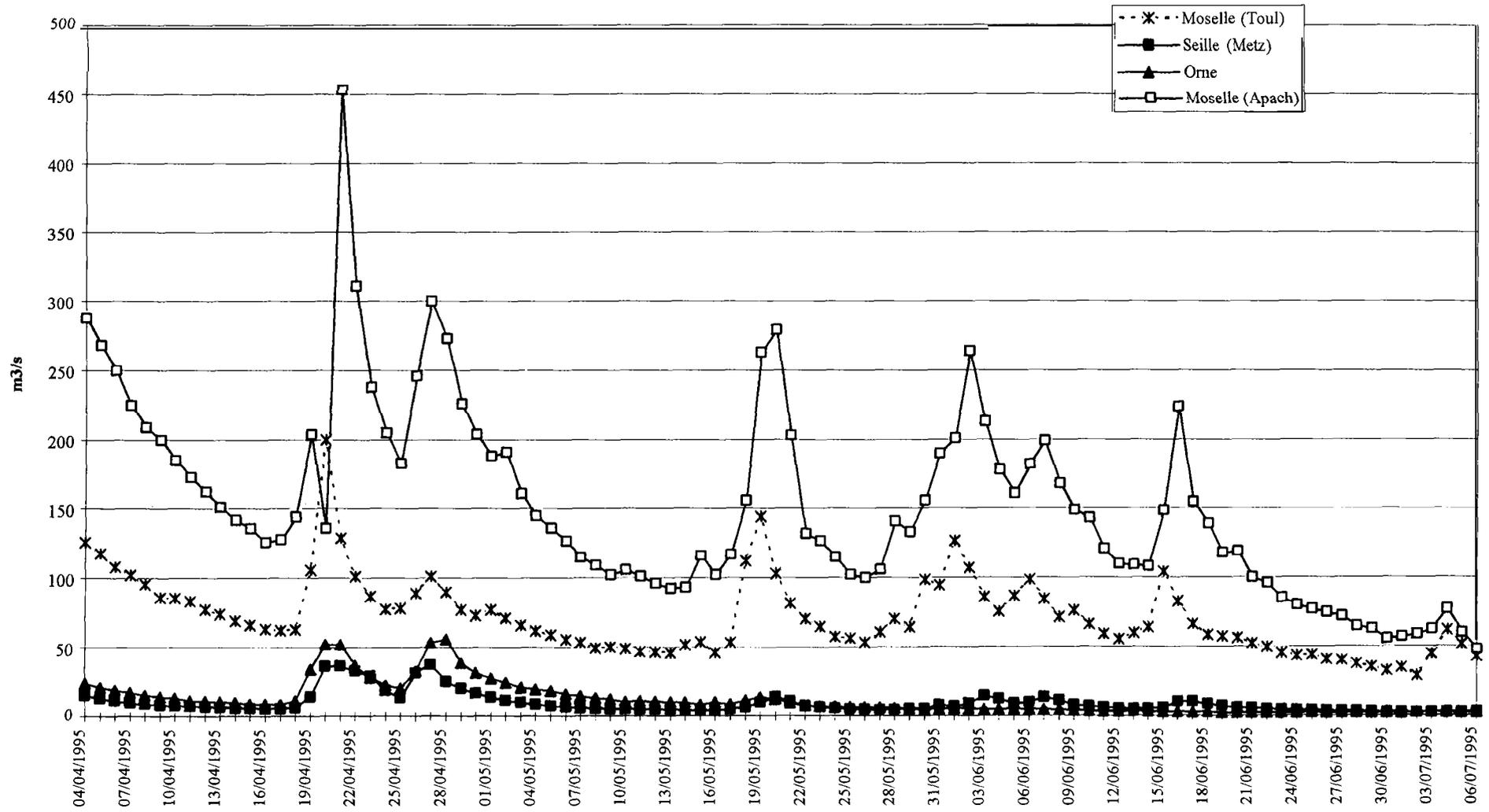


**Figure 2**  
**Pesticides dans la Moselle à Cattenom**  
**Campagne automne 1995**

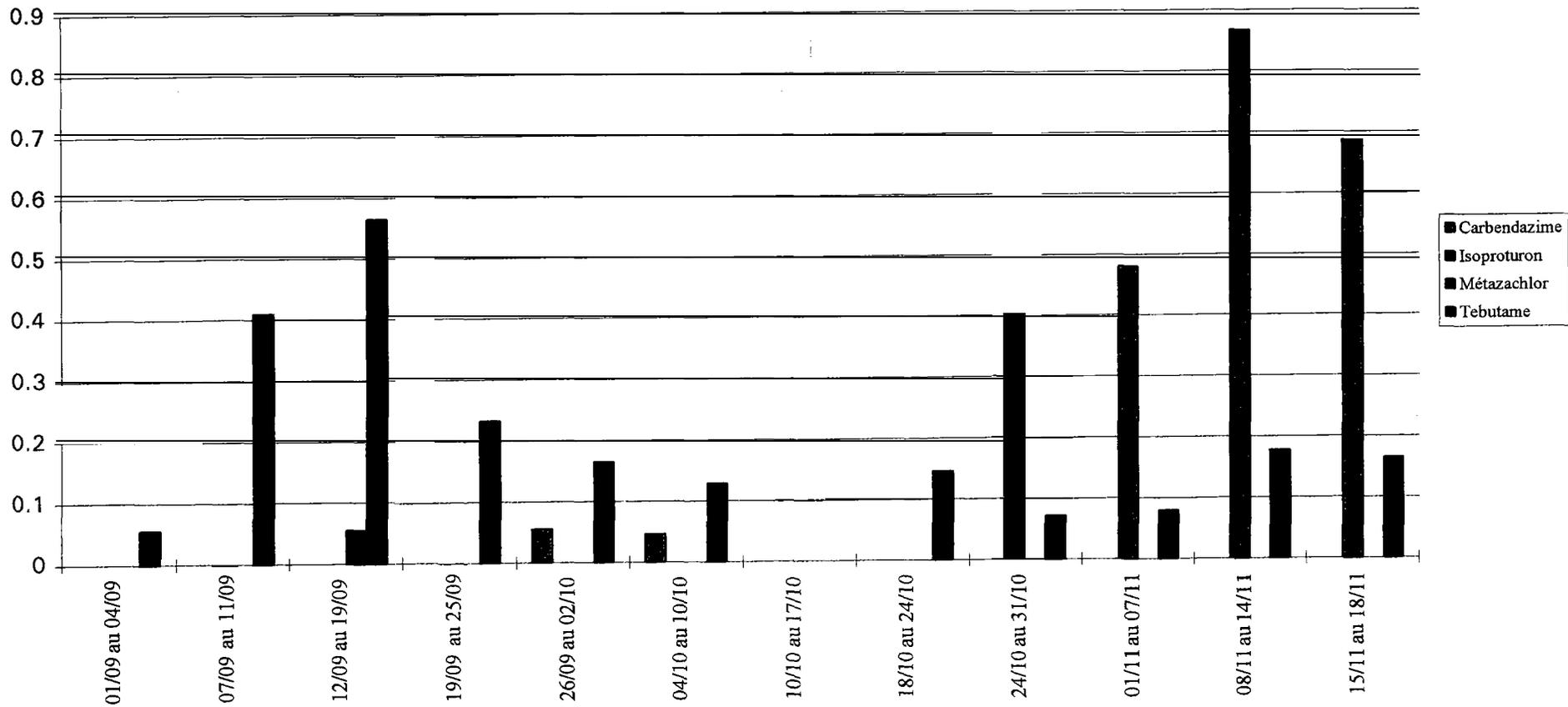
20



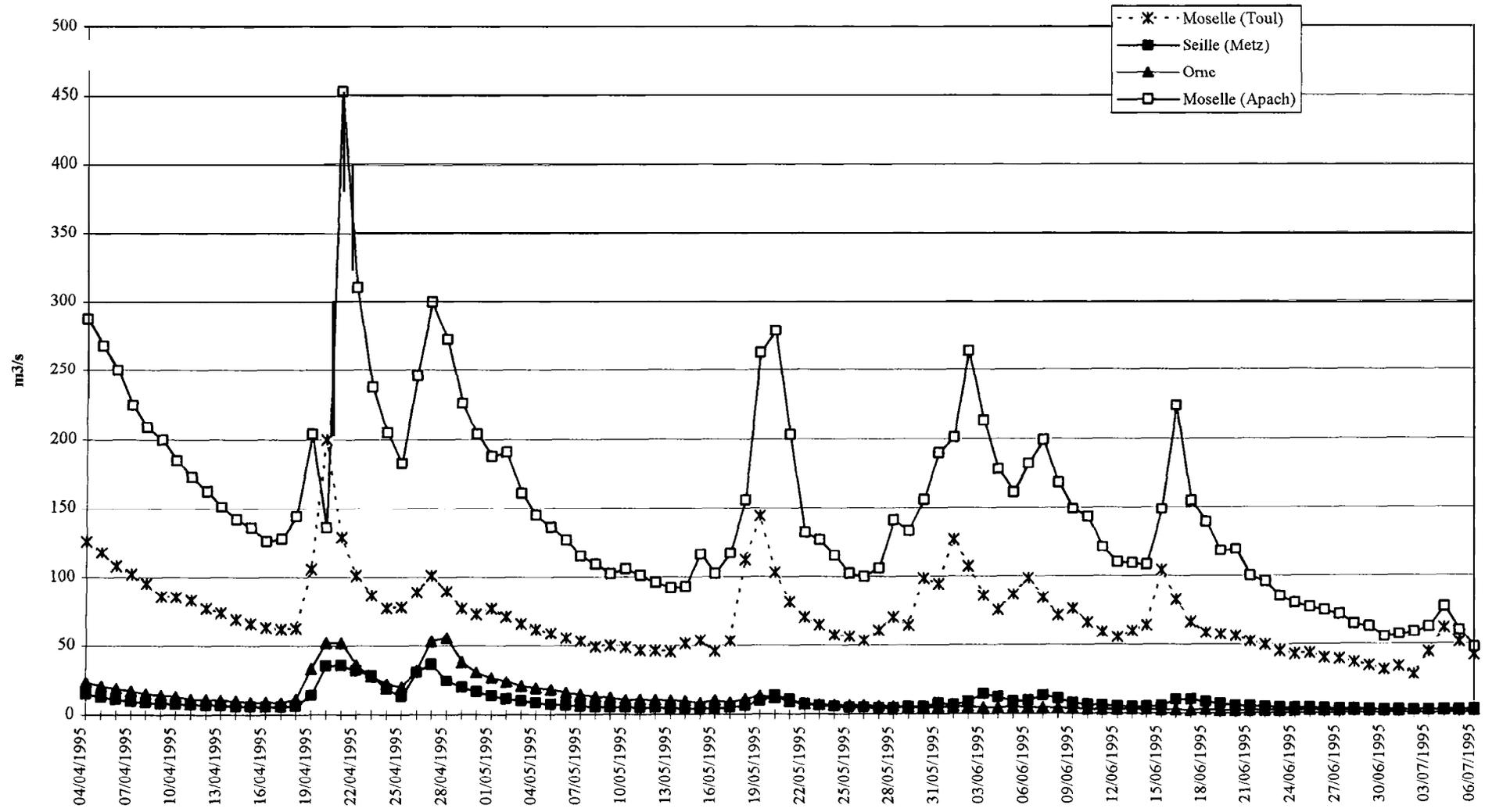
**Figure 3**  
**Débits journaliers pendant la campagne de printemps**



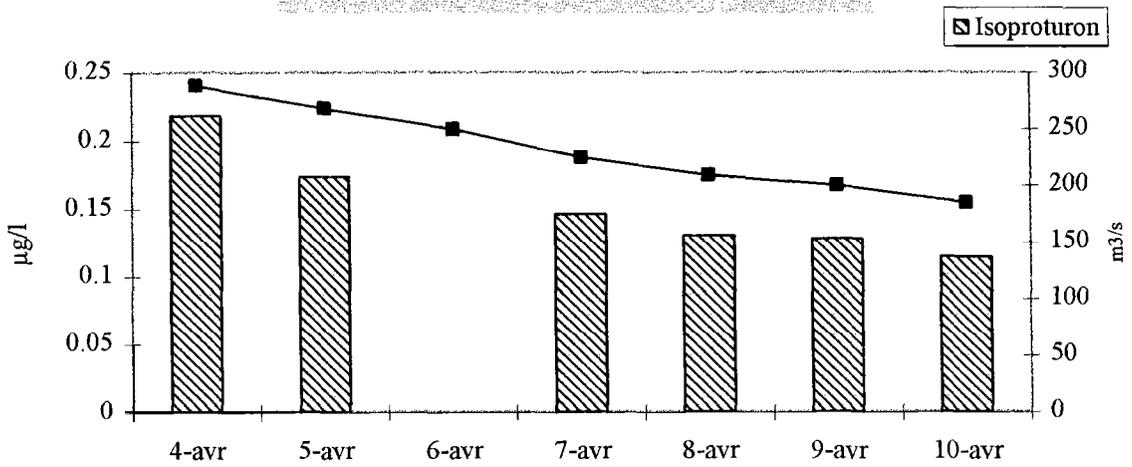
**Figure 2**  
**Pesticides dans la Moselle à Cattenom**  
**Campagne automne 1995**



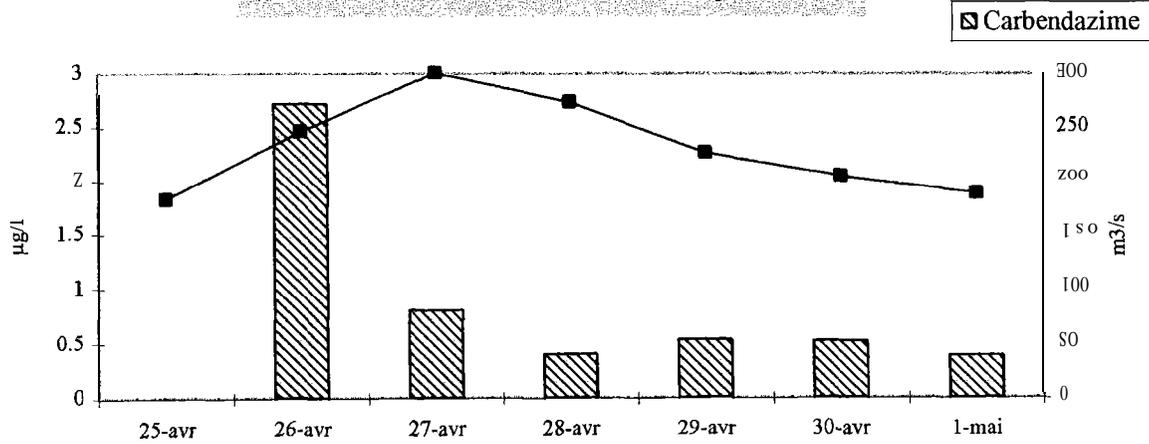
**Figure 3**  
**Débits journaliers pendant la campagne de printemps**



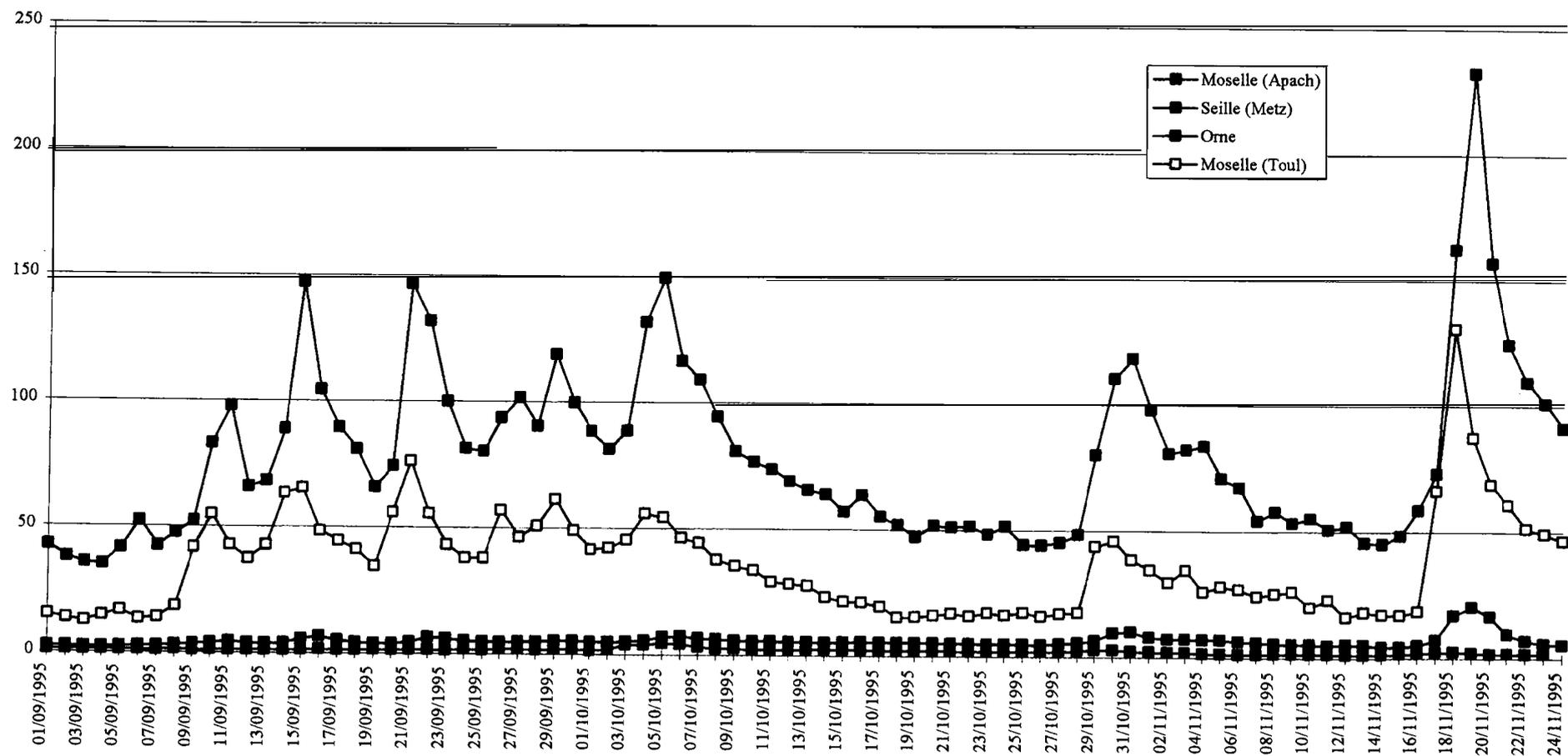
**Figure 4**  
**Isoproturon dans les échantillons journaliers**



**Figure 5**  
**Carbendazime dans les échantillons journaliers**



**Figure 6**  
**Débits journaliers pendant la campagne d'automne**



23

**Figure 7**  
**Tebutame dans les échantillons journaliers**  
**Moselle à Cattenom**

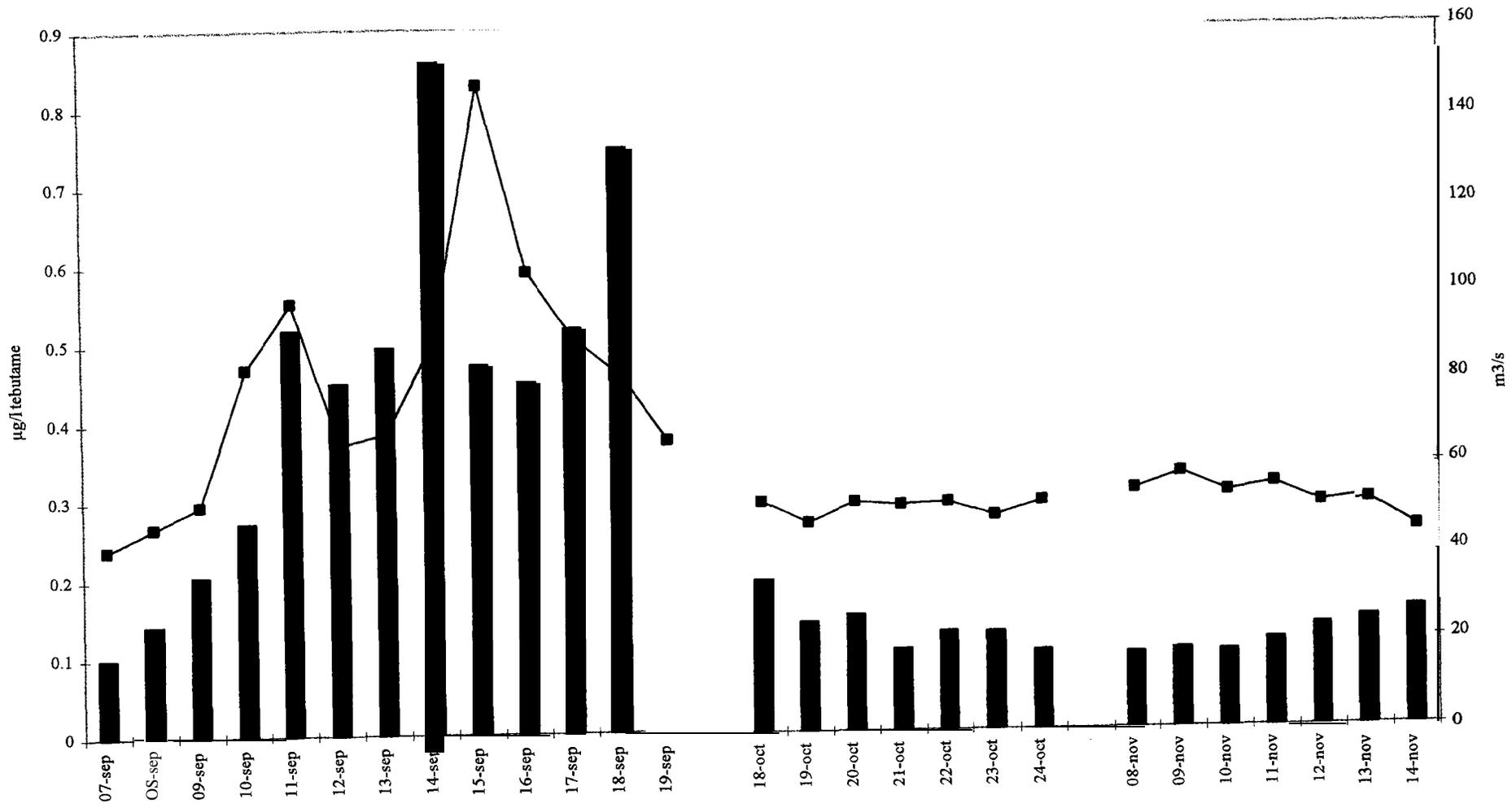


Figure 8 - Précipitations par décades au printemps

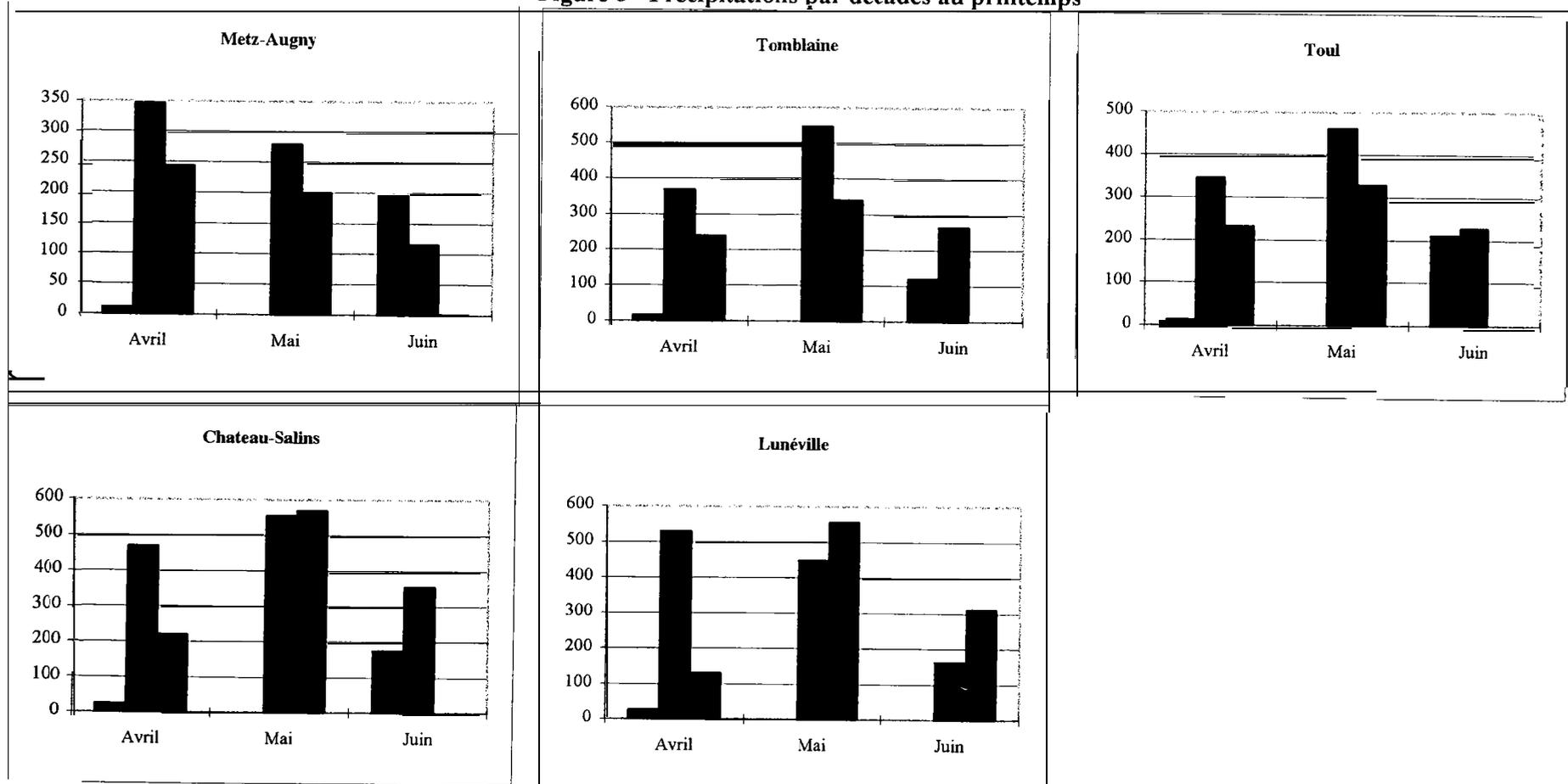
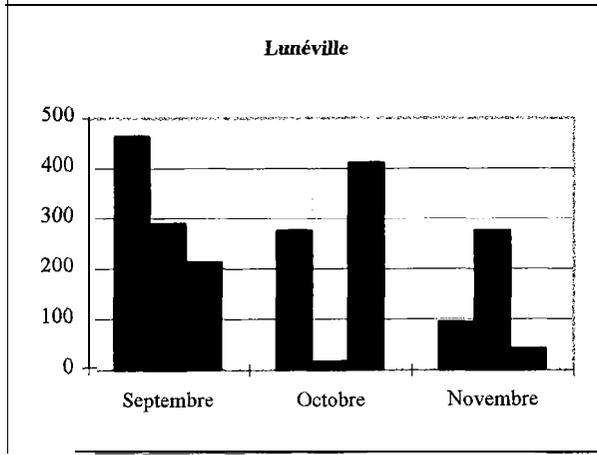
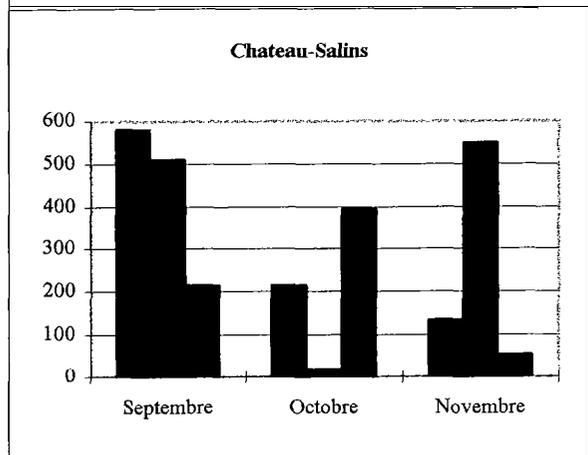
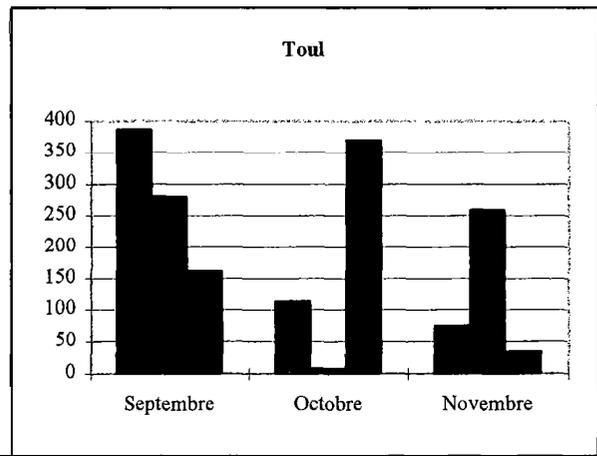
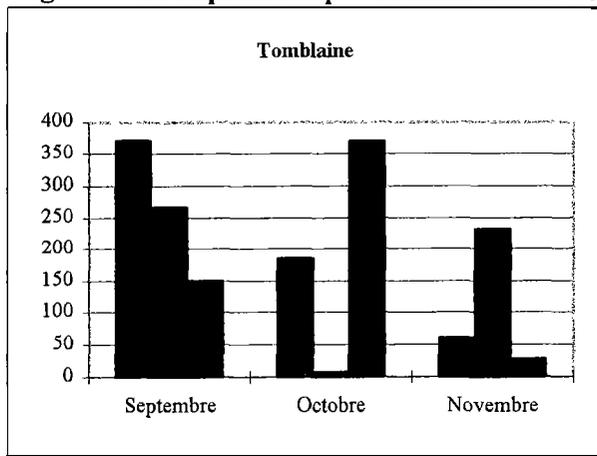
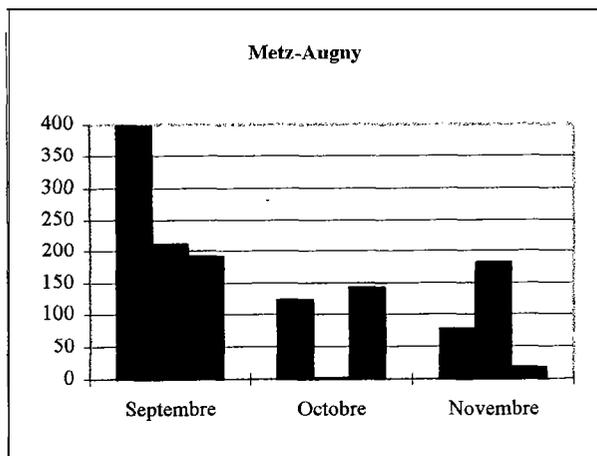


Figure 9 - Précipitations par décades à l'automne





**Annexe 1.1**  
**Concentrations dans les échantillons hebdomadaires**

Période de prélèvement	semaine	Propaquizafop	Fluazyfop	Benomyl	Carbendazim e	Carbofura n	Isoproturon	Chlortoluron	Diuron	Linuron
du ... au ...		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
du 04/04 au 10/04	14	< 0.01	< 0.05	ND	< 0.04		0.174	< 0.04	< 0.05	< 0.07
du 11/04 au 17/04	15	< 0.01	< 0.05	ND	< 0.04		0.078	< 0.04	< 0.05	< 0.07
du 18/04 au 24/04	16	< 0.01	< 0.05	ND	< 0.04		0.118	< 0.04	0.405	< 0.07
du 25/04 au 01/05	17	< 0.01	< 0.05	ND	1.095		0.23	< 0.04	< 0.05	< 0.07
du 02/05 au 08/05	18	< 0.01	< 0.05	ND	< 0.04		< 0.01	< 0.04	< 0.05	< 0.07
du 09/05 au 15/05	19	< 0.01	< 0.05	ND	< 0.04		< 0.01	< 0.04	< 0.05	< 0.07
du 17/05 au 22/05	20	< 0.01	< 0.05	ND	< 0.04		< 0.01	< 0.04	< 0.05	< 0.07
?? au 30/05	21	< 0.01	< 0.05	ND	< 0.04	0.27	0.755	< 0.04	0.262	< 0.07
du 30/05 au 05/06	22	< 0.01	< 0.05	ND	< 0.04	0.106	0.465	< 0.04	0.434	< 0.07
du 06/06 au 12/06	23	< 0.01	< 0.05	ND	0.104		< 0.01	< 0.04	< 0.05	< 0.07
du 13/06 au 19/06	24	< 0.01	< 0.05	ND	< 0.04		< 0.01	< 0.04	< 0.05	< 0.07
du 20/06 au 06/07	25	< 0.01	< 0.05	ND			< 0.01	< 0.04	< 0.05	< 0.07

28

Dates	Trifluraline	Métazachlor	Carbendazime	Napropamide	Carbofuran	Terbuphos	Isoproturon	Diuron	Linuron	Chlortoluron	Tebutame
du ... au ...	µg/l	µg/l		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
01/09 au 04/09	< 0.04	< 0.04		< 0.04	< 0.05	< 0.05	< 0.01	< 0.05	< 0.07	< 0.04	0.054
07/09 au 11/09	< 0.04	< 0.04		< 0.04	< 0.05	< 0.05	< 0.01	< 0.05	< 0.07	< 0.04	0.310
12/09 au 19/09	< 0.04	0.055		< 0.04	< 0.05	< 0.05	< 0.01	< 0.05	< 0.07	< 0.04	0.568
19/09 au 25/09	< 0.04	< 0.04		< 0.04	< 0.05	< 0.05	< 0.01	< 0.05	< 0.07	< 0.04	0.233
26/09 au 02/10	< 0.04	< 0.04	0.055	< 0.04	< 0.05	< 0.05	< 0.01	< 0.05	< 0.07	< 0.04	0.165
04/10 au 10/10	< 0.04	< 0.04	0.046	< 0.04	< 0.05	< 0.05	< 0.01	< 0.05	< 0.07	< 0.04	0.129
10/10 au 17/10	< 0.04	< 0.04		< 0.04	< 0.05	< 0.05	< 0.01	< 0.05	< 0.07	< 0.04	< 0.020
18/10 au 24/10	< 0.04	< 0.04		< 0.04	< 0.05	< 0.05	< 0.01	< 0.05	< 0.07	< 0.04	0.145
24/10 au 31/10	< 0.04	< 0.04		< 0.04	< 0.05	< 0.05	0.376	< 0.05	< 0.07	< 0.04	0.072
01/11 au 07/11	< 0.04	< 0.04		< 0.04	< 0.05	< 0.05	0.481	< 0.05	< 0.07	< 0.04	0.080
08/11 au 14/11	< 0.04	< 0.04		< 0.04	< 0.05	< 0.05	0.867	< 0.05	< 0.07	< 0.04	0.177
15/11 au 18/11	< 0.04	< 0.04		< 0.04	< 0.05	< 0.05	0.686	< 0.05	< 0.07	< 0.04	0.165

Annexe 1.2  
Concentrations dans les échantillons journaliers

Date	Propaquizafop	Fluazyfop	Benomyl	Carbendazime	Isoproturon	Chlortoluron	Diuron	Linuron
4-avr					0.218			
5-avr					0.173			
6-avr					pas assez d'eau			
7-avr					0.146			
8-avr					0.13			
9-avr					0.128			
10-avr					0.114			
20-avr					0.136		< 0.05	
21-avr					0.142		< 0.05	
				<b>Carbendazime</b>				
25-avr				plus assez d'eau				
26-avr					2.72			
27-avr					0.8			
28-avr					0.4			
29-avr					0.533			
30-avr					0.52			
1-mai					0.387			

Annexe 1.2  
Concentrations dans les échantillons journaliers

Date	Trilluraline	Métazachlor	Napropamide	Carbofuran	Terbuphos	Isoproturon	Diuron	Linuron	Chlortoluron	Tebutame
07-sep										0.1
08-sep										0.143
09-sep										0.205
10-sep										0.272
11-sep										0.518
12-sep										0.45
13-sep										0.495
14-sep										0.858
15-sep										0.472
16-sep										0.449
17-sep										0.517
18-sep										0.746
19-sep										
.....										
18-oct										0.194
19-oct										0.14
20-oct										0.149
21-oct										0.104
22-oct										0.126
23-oct										0.125
24-oct										0.101
.....										
08-nov										0.096
09-nov										0.101
10-nov										0.098
11-nov										0.112
12-nov										0.13
13-nov										0.139
14-nov										0.15

## Annexe 2

Debit (m <sup>3</sup> /s)						
Date	Month	Day	Hour	Min	Sec	Month
Source	EDF	DIREN SIDA				
04/04/1995	288	15.5	24		126	70.5
05/04/1995	268	13.1	21		118	65
06/04/1995	250	11.3	19		108	61
07/04/1995	225	10.1	17.2		102	56
08/04/1995	209	9.2	15.6		95.5	53
09/04/1995	200	8.6	14.2		86	49.3
10/04/1995	185	8.25	13.6		85.5	46.2
11/04/1995	173	7.8	11.6		83.5	44.7
12/04/1995	162.5	7.4	11.6		77.5	41.7
13/04/1995	151	6.95	10.8		74	38.3
14/04/1995	142	6.45	10.5		69.5	37
15/04/1995	136	6.2	9.4		66.5	34
16/04/1995	126	6.05	9.3		63.5	33.1
17/04/1995	128	6	8.7		62.5	35.3
18/04/1995	144	6.6	11.6		63	38.2
19/04/1995	204	14.5	34.1		106	67.5
20/04/1995	136	36	52.5		200	126
21/04/1995	453	36.4	52.5		129	96
22/04/1995	311	32.8	36.9		101	61
23/04/1995	238	29	28		86.5	52.5
24/04/1995	205	18.9	22.4		77.5	47.8
25/04/1995	183	13.6	20.1		78	45.6
26/04/1995	246	31.4	32.6		89	48.6
27/04/1995	300	37.4	53.5		101	55.5
28/04/1995	273	25.1	56		89.5	51.5
29/04/1995	226	20.2	38.6		77	42.2
30/04/1995	204	16.8	31.2		73	42.2
01/05/1995	188	14.1	27.4		77	45
02/05/1995	191	11.9	24.2		71	39.6
03/05/1995	161	10.2	21		66	35.6
04/05/1995	145	8.75	19.7		62	33
05/05/1995	136	7.65	18.3		59	31.5
06/05/1995	127	6.95	16.2		55.5	29.6
07/05/1995	115	6.45	14.8		53.5	27.6
08/05/1995	109	6	13.1		49.4	27.8
09/05/1995	102	5.65	12.5		50	28.8
10/05/1995	106	5.4	10.6		48.9	29.5
11/05/1995	101	5.1	11		46.9	27.1
12/05/1995	96	5	10.8		46.4	26.2
13/05/1995	92	4.81	10.2		45.7	26.6
14/05/1995	93	4.58	10.1		51.5	32.2
15/05/1995	116	4.46	8.5		54	33.1
16/05/1995	102	4.37	10.5		46	27.5
17/05/1995	117	5	8.85		53.5	38
18/05/1995	156	6.75	11.4		112	62
19/05/1995	263	10	13.7		144	77
20/05/1995	279	14	12.5		103	58.5
21/05/1995	203	11	9.75		81.5	43.3
22/05/1995	132	7.75	7.8		70.5	37.1
23/05/1995	127	6.5	7.45		65	33.1
24/05/1995	115	5.85	7		57.5	31.5
25/05/1995	102	5.3	6.75		56.5	29.4
26/05/1995	100	5.05	6.8		53.5	28.6

## Annexe 2

Date	Moselle (Apach)	Seille (Metz)	Orne	Moselle (Loul)	Meurthe
27/05/1995	106	4.85	6.4	61	36.2
28/05/1995	141	4.84	5.9	70.5	47.7
29/05/1995	133	5.45	5	64.5	40.8
30/05/1995	156	5.65	4.67	98.5	70.5
31/05/1995	190	8.1	5.25	94.5	59
01/06/1995	201	6.95	5.7	127	79.5
02/06/1995	264	9.3	5.55	107	90.5
03/06/1995	213	14.7	4.96	86	67.5
04/06/1995	178	12.6	4.9	75.5	59
05/06/1995	161	9.4	5.25	86.5	70.5
06/06/1995	182	9.8	4.9	98.5	76
07/06/1995	199	13.5	4.78	84.5	66.5
08/06/1995	168	11.6	4.4	71.5	54
09/06/1995	149	8.25	4.06	76.5	54
10/06/1995	143	6.95	3.51	66.5	44.2
11/06/1995	121	6.1	3.42	59.5	36.9
12/06/1995	110	5.6	3.26	55.5	35.8
13/06/1995	109	5.25	3.56	60	37.5
14/06/1995	108	5.2	3.34	64	44.2
15/06/1995	148.7	5.95	2.96	104	94
16/06/1995	224	10.3	3.04	82.5	64.54
17/06/1995	155	10.3	2.75	66.5	63
18/06/1995	139	8.55	2.79	58.5	48.1
19/06/1995	117.9	7.25	2.26	57.5	43.1
20/06/1995	119	6.05	2.33	56.5	37.9
21/06/1995	100	5.35	2.36	52.5	34.7
22/06/1995	96	4.79	2.27	49.9	34
23/06/1995	85	4.49	2.16	45.4	29.8
24/06/1995	80	4.18	2.17	43	27
25/06/1995	77	3.9	2.42	43.7	27.2
26/06/1995	75	3.67	2.18	40.4	25.7
27/06/1995	72	3.44	2.07	39.8	23.8
28/06/1995	65	3.25	2.24	37.2	22.6
29/06/1995	63	2.97	2.17	35	21.8
30/06/1995	55.6	2.7	2.03	32.1	21.4
01/07/1995	57	2.48	1.92	34.2	20.1
02/07/1995	59	2.37	2.49	28.4	21
03/07/1995	62.7	2.49	2.5	44.5	22.9
04/07/1995	77	2.43	2.24	62	38.3
05/07/1995	60	2.56	2.2	51.5	26.8
06/07/1995	48	3.11	2.17	42.5	22.3

## Annexe 2

Débit (m3/s)					
Date	Debit (m3/s)				
Source	Debit	Debit	Debit	Debit	Debit
01/09/1995	42.6	2.58	1.29	15.2	14.3
02/09/1995	38	2.45	1.27	13.7	12.6
03/09/1995	35.8	2.34	1.37	12.6	11.7
04/09/1995	35.1	2.24	1.31	14.7	14.6
05/09/1995	41.6	2.45	1.21	16.9	22.6
06/09/1995	52.3	2.68	1.21	13.5	15.6
07/09/1995	42.4	2.67	1.13	14	15.2
08/09/1995	47.5	3.22	1.41	18.5	16.4
09/09/1995	52.3	3.69	1.14	41.7	18.3
10/09/1995	83.2	3.99	1.33	55	18.2
11/09/1995	98	4.7	1.33	42.8	15.9
12/09/1995	66	4.01	1.22	37.5	15.3
13/09/1995	68.4	3.78	1.33	42.9	21.2
14/09/1995	89.1	3.99	1.22	63.5	51
15/09/1995	147.1	5.65	1.45	65.5	39.3
16/09/1995	104.6	6.9	1.72	48.5	24.7
17/09/1995	89.7	5.25	1.46	44.8	21.3
18/09/1995	81.1	4.51	1.58	41.4	20.1
19/09/1995	66.1	4.03	1.68	34.7	19
...					44.8
20/09/1995	74.6	3.95	1.65	56	55
21/09/1995	146.5	4.78	1.58	76.5	34.8
22/09/1995	132	6.6	1.62	55.5	26.2
23/09/1995	100.1	6.2	1.64	43.2	23
24/09/1995	81.5	5.4	1.53	38.2	34
25/09/1995	80.5	5.2	1.82	38.1	24.7
26/09/1995	93.8	4.97	1.8	57	31.3
27/09/1995	101.7	5.05	2.14	46.4	31.9
28/09/1995	90.6	5.2	2.06	51	25.8
29/09/1995	119.1	5.45	1.92	61.5	23.5
30/09/1995	99.9	5.5	2.19	49.1	
01/10/1995	88.5	5.15	2.18	41.8	
02/10/1995	81.5	5.2	1.76	42.3	
03/10/1995	88.8	5.4	2.23	45.6	
04/10/1995	132.1	5.75	3.95	56	
05/10/1995	149.4	7.3	4.11	54.5	
06/10/1995	116.6	7.5	4.59	46.5	
07/10/1995	109.2	6.9	4.39	44.5	
08/10/1995	94.5	6.35	3.43	37.9	
09/10/1995	81	6	2.68	35.5	
10/10/1995	76.9	5.85	2.72	33.8	
11/10/1995	73.8	5.65	2.39	29.4	
12/10/1995	69.2	5.55	2.3	28.5	
13/10/1995	65.8	5.5	2.42	28	
14/10/1995	64	5.4	2.55	23.4	
15/10/1995	57.2	5.6	2.47	21.7	
16/10/1995	63.9	5.75	2.49	21.6	
17/10/1995	55.4	5.6	2.51	19.9	
18/10/1995	52.2	5.5	2.25	15.6	
19/10/1995	47.3	5.5	2.31	15.8	
20/10/1995	51.9	5.45	2.3	16.5	
21/10/1995	51.3	5.3	2.29	17.3	
22/10/1995	51.7	5.35	2.34	16.1	

Annexe 2

Date	Moselle (A/m²)	Salle (m²)	Orne	Passoire (kg)	Mécanisme
23/10/1995	48.5	5.2	2.05	17.4	
24/10/1995	51.7	5.1	2.2	16.7	
...					
25/10/1995	44.4	5.1	2.14	17.6	
26/10/1995	44.2	4.92	2.11	16.2	
27/10/1995	45.3	5.35	2.07	17.2	
28/10/1995	48.5	5.7	2.34	17.7	
29/10/1995	80.3	6.55	2.59	43.8	
30/10/1995	110.6	9.9	2.98	46	
31/10/1995	118.6	10.2	2.97	38.8	
01/11/1995	98.1	8.05	2.46	34.7	
02/11/1995	81	7.55	2.41	29.9	
03/11/1995	82.4	7.5	2.2	34.7	
04/11/1995	83.9	7.2	2.22	26.2	
05/11/1995	71.2	7.15	1.76	28.4	
06/11/1995	67.6	6.6	1.67	27.2	
07/11/1995	54.2	6.2	1.55	24.5	
08/11/1995	57.9	5.7	1.58	25.5	
09/11/1995	53.5	5.6	1.63	26.5	
10/11/1995	55.3	5.45	1.7	20.2	
11/11/1995	50.8	5.15	1.7	23.2	
12/11/1995	52.2	5.55	1.7	16.3	
13/11/1995	45.8	5.25	1.46	18.4	
14/11/1995	45.3	4.78	1.46	17.5	
15/11/1995	48.6	4.75	1.7	17.3	
16/11/1995	58.7	5.25	1.97	18.7	
17/11/1995	73.2	7.55	2.06	66.5	
18/11/1995	162.4	17.2	2.53	131	
19/11/1995	232.7	20.7	2.85	87.5	
20/11/1995	157.1	16.9	2.41	69	
21/11/1995	124.8	9.85	1.99	61	
22/11/1995	109.7	7.25	2.15	51.5	
23/11/1995	101.2	6.05	2.01	49.5	
24/11/1995	91.4	5.45	2.04	46.7	

## Annexe 3

Pluviométrie en mm

Jour Mois	Metz-Angny						Chateau-Salins					
	Avril	Mai	Juin	Septembre	Octobre	Novembre	Avril	Mai	Juin	Septembre	Octobre	Novembre
1				6	18	52	5				35	80
2			14		10	2			5		70	5
3			54	14	44	20			60	140	45	50
4			24		32				80		20	
5			28	90	18				10	75	40	
6			2							10	5	
7			74	84					20	135		
8				102		4				110		
9	2			4						5		
10				98			20					
11				14					5	10	5	
12			10	14					35	10	5	
13			58	60			10		115	5		
14			20	2		14			100	5		5
15	8		16	12		84	15	5	40	10		135
16	12	102		72		64	20	275	5	25		360
17	100	70	12			14	115	70	40		5	40
18	24	98			2		140	195	15		5	
19	10	10		38		6	180			95		10
20												
21						4						10
22												5
23												5
24				54						55	5	
25	148	22			2		130	15			10	
26	32	36				2	60	120				
27		10		124	20	2		25		140	10	35
28		102		8	86			250			320	
29	62			2	34		30				50	
30	2	6		4				30		5		
31		24						130				
dec 1	12	0	196	398	122	78	25	0	175	580	215	135
dec 2	346	280	116	212	2	182	470	555	355	510	20	550
dec 3	244	200	2	192	142	18	220	570	0	215	395	55
total	602	480	314	802	266	278	715	1125	530	1305	630	740

Annexe 3

Pluviométrie (	Lunéville						Tomblaine						
	Jour/Mois	Avril	Mai	Juin	Septembre	Octobre	Novembre	Avril	Mai	Juin	Septembre	Octobre	Novembre
I	10					56	74	s				16	su
2					IS	120					Z	10	
3					184	su	17			s u	60	11	12
4						zz				59		60	
5					sz	ZS				8	24	26	
6						3							
7					127					Z	86		
8					47						82		
9					11						34		
10	18				Z9		3	12			84		
II					6	1					2		
12				29	78	3				61	28		
13		41		ZS	154				3	92	86		
14			74	14						6	Z		
15	zo	21	19	6			87	5	1	so	17		128
16	10	137					152	12	292	38	6		60
17	130	19	17				30	84	88	10			38
18	140	201				11		120	160	6		8	
19	230				zo		7	149			126		6
20					12								
21			18		3		7	6					6
22			8				1						4
23			68		7		z						
24			37		67			6			69	Z	
25	69	ZS	75			10		160	zo			Z	
26	11	65	42					26	58				
27		66	8	115			30		sz		80	85	16
28		181	56	S	280				106			262	
29	z6	11		3	122			40	8			20	Z
30	26	123		14				Z	42		2		
31		85							54				
dec 1	28	0	0	465	276	91		17	0	119	372	186	62
dec 2	530	119	164	290	18	276		110	547	366	267	8	232
dec 3	132	556	312	214	412	43		240	340	0	151	371	28
total	690	1005	476	969	706	413		627	887	385	790	565	322

Annexe 3

Pluviométrie

		Toul					
Jour	Mois	Avril	Mai	Juin	Septembre	Octobre	Novembre
<b>1</b>						10	53
Z				10	3	7	
J				50	122	7	18
4				60		46	
S				<b>60</b>	14	43	
6							
<b>7</b>				32	<b>84</b>		
8					<b>84</b>		4
9					<b>10</b>		
<b>10</b>		14			<b>10</b>		
11				10			
<b>12</b>			Z	<b>10</b>	<b>4</b>		
13			S	78	96		
<b>14</b>				9	Z		
<b>15</b>		25		70	<b>18</b>		116
16			236	15	18		126
<b>17</b>		72	62	<b>4</b>			18
18		100	153	3		8	
19		148	<b>4</b>		<b>110</b>		3
20		1			<b>4</b>		
21		16					3
22							9
<b>23</b>					<b>69</b>		
24							
25		130	50			8	
26		37	60				
27			20		80	EX	ZZ
<b>28</b>			<b>80</b>		7	<b>259</b>	1
<b>29</b>		50	10			<b>64</b>	
30			60		6		
31			50				
dec 1		14	0	212	387	113	75
dec 2		346	462	229	282	8	160
dec 3		233	110	0	162	<b>169</b>	35
<b>total</b>		<b>593</b>	<b>792</b>	<b>441</b>	<b>831</b>	<b>490</b>	110