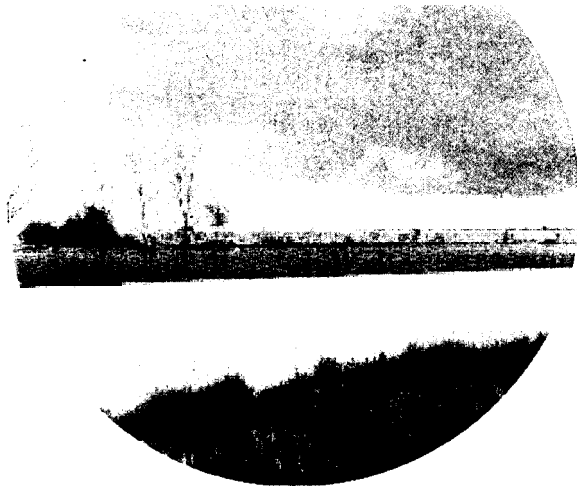


204951 RM

ACTION CONDUITE EN PARTENARIAT



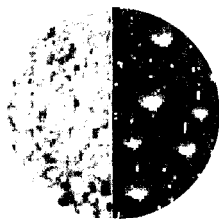
**Contribution
à la connaissance du
transfert d'herbicides du colza
vers l'eau**

**SYNTHÈSE GLOBALE
RÉSUMÉ**



CETIOM 174, Avenue Victor Hugo, 75784 PARIS Cedex 16
ENSAIA (NANCY), BP 137, 54501 VANDŒUVRE

20695/2



LES PARTENAIRES DU CETIOM

Comité de pilotage

- CORPEN (Comité d'orientation pour la Réduction de la Pollution des Eaux par les Nitrates, les phosphates et les produits phytosanitaires provenant des activités agricoles).

~Agences de L'Eau Loire-Bretagne et Rhin-Meuse.

- Ministère de l'Agriculture de la Pêche et de l'Alimentation ; Direction Générale de l'Alimentation ; Sous-Direction de la Protection des Végétaux (Services national et régionaux : Centre et Lorraine).

- Chambre régionale d'Agriculture de Lorraine.

- Chambre d'Agriculture de l'Indre.

- ENSAIA de Nancy (Laboratoire Sols et Environnement).

- Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation ; Direction de l'Espace rural et de la Forêt (DERF).

- ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) dans le cadre d' Agrice.

- U.I.P.P. (Union Interprofessionnelle des Industries de la Protection des Plantes)

- Laboratoire CIRSEE (Centre International de Recherche sur l'Eau et l'Environnement) de la LYONNAISE DES EAUX.

Comité de rédaction

- Un certain nombre de représentants de ces organismes ont bien voulu accepter de faire partie du Comité de rédaction. Nous les en remercions vivement.

Concours hors Comité

- L'ANRT-CIFRE (Association Nationale pour la Recherche Technique ; Conventions Industrielles de Formation par la Recherche).

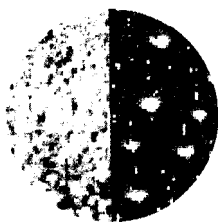
Partenaires région Centre

- L'Agence de l'Eau Loire-Bretagne ; le SRPV (Service Régional de la Protection des Végétaux) de la région Centre ; la Chambre régionale d'Agriculture du Centre, la Chambre d'Agriculture de l'Indre ; le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) ; la Chambre d'Agriculture du Cher ; l'INRA d'Orléans (Institut National de la Recherche Agronomique) ; la DRAF (Direction régionale de l'Agriculture et de la Forêt) ; la DIREN (Direction régionale de l'Environnement) de la région Centre ; la DRASS (Direction Régionale de l'action Sanitaire et Sociale, Ministère de la Santé) ; le Lycée agricole de Châteauroux.

Partenaires région Lorraine

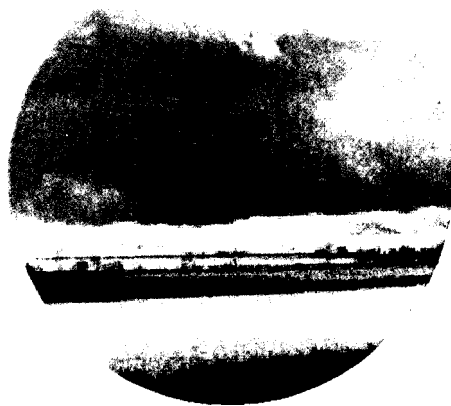
- L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse ; l'ENSAIA de Nancy ; la Chambre régionale d'Agriculture ; la DRAF (Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt) ; le SRPV (Service Régional de la Protection des Végétaux) de Lorraine ; la DDAF (Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt) de Meurthe-et-Moselle ; le Lycée agricole de Metz Courcelles-Chaussy. Les Chambres d'Agriculture de Meurthe-et-Moselle et de Moselle, et le groupe des coopératives et négociants, qui a activement participé aux enquêtes.

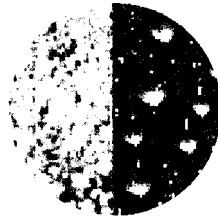




SOMMAIRE

■ AVANT PROPOS	5
■ ORIGINE DE L'ACTION	7
■ PARTENARIATS ET CONCOURS	7
■ CONTEXTE TECHNIQUE ET OBJECTIFS DE L'ACTION	7
■ PROGRAMME RÉALISÉ	8
■ SYNTHÈSE DES RÉSULTATS	9
■ CONCLUSIONS GÉNÉRALES ET PERSPECTIVES	16





AVANT PROPOS

Chacun sait les préoccupations nouvelles de protection des eaux contre leur pollution par certains produits phytosanitaires. Elles sont liées à la découverte de certaines substances actives dans les eaux en France et à l'étranger.

En 1992, les compétences du CORPEN ont été étendues aux produits phytosanitaires, devenant ainsi le "Comité d'orientation pour la Réduction de la Pollution des Eaux par les Nitrates, les phosphates et les produits phytosanitaires, provenant des activités agricoles". Un programme d'action a été élaboré dans le cadre du Comité et approuvé par les ministres chargés de l'Agriculture et de l'Environnement. Des groupes de travail ont approfondi divers points de ce programme : prévention générale, techniques d'application et de manipulation des produits, démarche de diagnostic, dispositifs enherbés... Des documents sont publiés ou vont l'être prochainement.

Parallèlement à l'initiative de la filière des oléagineux métropolitains, a été élaborée une "Charte environnement pour la culture du Colza" destinée à la production de biocarburant. Cette Charte a été approuvée pour son volet relatif à l'eau par le bureau du CORPEN en juin 1993.

Un Comité interministériel dit "Comité de liaison eau-produits antiparasitaires" a été créé en 1992. Sous son égide a été établie une méthode permettant de fixer les priorités pour la surveillance des eaux.

Outre ses engagements dans le cadre de l'Union européenne, la France est partie prenante de diverses Conventions Internationales concernant, notamment, le Rhin, la Mer du Nord et l'Atlantique du Nord-Est.

Si, dans un premier temps, il était urgent de mettre l'accent sur la prévention générale sans référence aux substances actives (Charte environnement, premiers travaux du CORPEN), il n'en reste pas moins que certaines de ces substances sont davantage "mises en vedette" (conventions internationales, listes de surveillance des eaux). C'est le cas notamment de la trifluraline utilisée comme matière active dans le désherbage du colza. Il était donc logique d'approfondir les relations qui peuvent exister entre l'emploi de cette substance et celui du métazachlore, voire du tébutame et la pollution des eaux.

On trouvera dans le présent document un ensemble d'investigations conduites à ce titre. Elles mettent en évidence la grande complexité des problèmes de pollution des eaux par les produits phytosanitaires et la nécessité d'approfondir nos connaissances.

De tels travaux sont typiques de l'urgence de procéder à des diagnostics afin que puissent évoluer les pratiques agricoles pour réduire les risques de pollution des eaux.

J. SEBILLOTTE





ORIGINE DE L'ACTION

C'est dans ce contexte général de préoccupations des autorités en vue d'une meilleure connaissance des relations entre produits phytosanitaires et environnement que les pouvoirs publics, par l'arrêté du 3 mars 1993, autorisent l'emploi des esters méthyliques fabriqués à partir d'huile de colza, en tant que biocarburants. Mais cette autorisation est assortie d'une réserve : celle d'étudier les conséquences possibles de l'accroissement de cette culture sur l'environnement. Cet examen comprend deux volets : l'un porte sur l'azote, et, plus généralement, la fertilisation, l'autre sur les produits phytosanitaires. L'action, dont on rend compte ici, concerne ce dernier aspect.

Ces deux aspects se retrouvent illustrés dans la mise en place de la "Charte environnement". Celle-ci a permis de préciser, pour le domaine des produits phytosanitaires, les conditions de leur emploi les plus en accord possible avec l'idée de protection raisonnée. Mais cette Charte aurait pu se révéler, à elle seule, insuffisante pour répondre aux interrogations relatives au risque que peut, éventuellement, représenter l'emploi de ces produits vis-à-vis de l'environnement.



PARTENARIATS ET CONCOURS

Au niveau de la filière oléagineuse, un GEIE (groupement européen d'intérêt économique) s'était constitué dès 1990 et pouvait traiter de ces questions sur le plan européen. Néanmoins, certains aspects particuliers plus spécifiquement français, notamment sur le désherbage, demandaient une étude plus appropriée.

D'où l'idée de créer une action originale qui réunisse un large partenariat dans lequel les organismes nationaux ou régionaux, chargés de la surveillance de la qualité de l'eau, ou de la réglementation, ou représentant les agriculteurs ou encore l'industrie des produits phytosanitaires, sans oublier le domaine scientifique, puissent

être présents. On peut se référer à la liste des partenaires présentée plus haut.

Ces principaux partenaires ont été regroupés au niveau national dans un Comité de pilotage qui a supervisé le déroulement du programme, son développement et les premières diffusions.

En dehors de ce Comité, on a mis en place un groupe de projet régional pour la région Centre. Toujours dans cette région l'action a également été considérée comme participant à l'activité du GREPPES (Groupe Régional pour l'Étude de la Pollution par les Produits Phytosanitaires des Eaux et des Sols en région Centre).

En région Lorraine, le contact a été établi par le biais du "Groupe des Pesticides de Lorraine" auprès duquel l'action est représentée.

Enfin, régionalement ou plus localement, on a pu trouver de précieux concours auprès des lycées agricoles (Courcelles-Chaussy près de Metz et le Lycée agricole de Châteauroux), ou auprès de la Chambre d'Agriculture de l'Indre pour les mises en place d'essais.



CONTEXTE TECHNIQUE ET OBJECTIFS DE L'ACTION

Du fait même qu'il existe déjà des contrôles officiels des teneurs en substances actives dans les eaux prélevées à l'exutoire d'un bassin (pour les eaux superficielles), ou dans des captages (ou des forages) (pour les eaux souterraines), l'objet de l'action doit viser à compléter ces informations. En effet, elles constituent des données de fait, sans moyen immédiat de retrouver l'origine de la pollution éventuellement observée. D'où le projet de remonter le plus possible en amont du *réseau* hydrographique, sur des sites aussi proches que possible des parcelles. Dans ces conditions, les prélèvements dans les eaux, mais aussi dans les sols, doivent être répétés dans le temps afin de mesurer les variations des teneurs et leur durée.

C'est pourquoi le programme, axé sur l'analyse de la pollution diffuse, a compris les chapitres suivants :

► Aspects techniques et scientifiques de la relation produits et environnement :

Étude de l'évolution des teneurs en substances actives (dissipation) dans les sols. Il sera possible de calculer les durées de vie de ces substances en conditions françaises d'emploi.

Étude de la modélisation du transfert de ces substances. Ces expériences fines, en conditions naturelles, permettent de mieux apprécier l'évolution au cours du temps des propriétés des substances actives, initialement placées dans le sol, voire de leurs métabolites.

Présence et évolution des teneurs dans les eaux au cours du temps. De façon à approcher les différents cas, on a choisi plusieurs types de sites de prélèvement :

► **pour les eaux superficielles** : les eaux des fossés, et celles provenant de drainages ; les eaux de ruissellement.

► **pour les eaux souterraines** : les eaux de forages ou encore celles prélevées sous des cases lysimétriques.

► aspects de la connaissance des pratiques d'utilisation :

Leur objectif est de cerner annuellement les pratiques d'utilisation au niveau **régional** ou plus local.

PROGRAMME RÉALISÉ

Enquêtes

Enquêtes dans chaque région, au niveau le plus approprié en fonction des demandes **régionales, départementales** ou locales. On a cherché à établir la statistique régionale et départementale des quantités totales utilisées et leur variation au cours des dernières années en région Lorraine, alors qu'en région Centre, on a plutôt cherché à préciser les pratiques d'emploi des agriculteurs sur un réseau plus réduit (**20 000 ha**).

Essais en conditions naturelles

Ce programme intéresse les deux régions retenues, mais de manière différente. Il porte surtout sur les deux substances actives : trifluraline et **métazachlore**. Le tébutame est étudié à partir de l'automne 1994.

► En région Lorraine

Un essai sur parcelle drainée est mis en place au lycée agricole de Metz-Courcelles Chaussy. La première année (**93-94**), on a suivi la dissipation dans le sol et l'évolution des teneurs dans les eaux de drainage. On a poursuivi la mesure des teneurs dans les eaux au cours de la campagne suivante.

Un autre essai axé sur l'étude du ruissellement et du drainage (La Bouzule-54) est mis en place à l'automne 1994. Ce thème est poursuivi lors de la campagne **1995-1996**, sur une parcelle voisine du même site.

L'équipe du "Laboratoire Sols et Environnement" de l'**ENSAIA** poursuit **actuellement** un ensemble de travaux démarrés en 1994 et destinés à mieux connaître l'évolution de la **trifluraline** et de ses métabolites dans les sols et vers les eaux. Ces travaux feront ultérieurement l'objet de la présentation d'une thèse.

► En région Centre

Un premier essai de suivi de la dissipation de deux substances est implanté en sol de rendzine, au plein champ, dès l'automne 1993.

Il est prolongé les deux années suivantes, toujours sur le même type de sol, d'une étude en case lysimétrique ouverte qui comprend à la fois un suivi, pour les substances, de leur dissipation dans le sol et de leur teneur dans les eaux.

Parallèlement, les eaux de deux fossés sont analysées afin de repérer les présences éventuelles de substances, consécutives à des percolations latérales, qui peuvent exister sous la surface des sols saturés. Les mêmes observations sont réalisées pour les eaux d'un forage situé en crête piézométrique.

Enfin un essai, analogue à l'essai lorrain de Courcelles Chaussy, est mis en place (campagne 94-95) et suivi au lycée agricole de Châteauroux. Son but est identique : évaluation des critères de la dissipation de la substance dans les sols, et suivi sur deux campagnes des teneurs des eaux de drainage.

► Programme de calibration

Un programme inter-laboratoires de calibration des méthodes d'analyses a été réalisé. Les participants de ce circuit sont les laboratoires suivants : BRGM Orléans, CETIOM Ardon, CIRSEE Le Pecq, CRITT Chimie Poitiers, ENSAIA-CNRS Nancy, LHRSP, Nancy. Les résultats valident les conclusions des travaux réalisés par les équipes et les laboratoires différents.

► Programme complémentaire :

Un programme est actuellement en cours. Il vise à obtenir un complément d'information sur les essais antérieurs. En outre, il a été mis en place, avec le concours de l'ITCF, un essai destiné à apprécier l'influence de bandes **enherbées** dans la limitation du transfert des substances par les eaux de ruissellement,

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Les enquêtes

► Motivations des agriculteurs

On sait que le choix des produits dépend de la flore adventice probable, de leur coût, de leur disponibilité éventuelle (politique d'emploi de la distribution), de leur souplesse d'emploi au moment de l'application (incorporation, fractionnement de la dose, état du sol, conditions climatiques). Les produits les plus importants sont appliqués en début de culture en pré-semis, prélevée ou post-levée précoce. Les autres sont considérés comme des produits de "rattrapage" pour lutter contre des adventices localement importantes.

Les données au niveau national (Charte environnement) ou régional (Lorraine) masquent des disparités départementales ou locales quelquefois sensibles. L'évolution tend à un accroissement des programmes (successions de 2 produits, plus rarement 3).

► La pratique des agriculteurs

Dans ces conditions, les produits les plus utilisés en culture de colza sont : la **trifluraline**, le **métazachlore** et le **tébutame**.

La trifluraline : En Lorraine, elle représente plus de 38 % des quantités de **m.a.** (matière active) utilisées et la majeure partie (de 80 à 90 %) des surfaces (développées) traitées. En région Centre, elle concerne 70 % des surfaces. Elle est appliquée à la dose de **2,5 l/ha** du **p.f.** (produit formulé), soit **1200 g/ha** de **m.a.** Quelquefois la dose est réduite à **2 l/ha** du **p.f.** Son **coût** peu élevé tend à accroître l'emploi. Elle est très souvent retenue comme base des "programmes".

L'emploi du métazachlore s'est accru **également** ces dernières années (**+10%**). Il bénéficie de l'adjonction d'une nouvelle substance, le quinmérac (**100 g/l** dans la nouvelle spécialité, avec une baisse de titre en métazachlore à **400 g/l** de **m. a.**) Son emploi est fréquemment lié à celui de la **trifluraline** (20 des 29 % des décisions d'emploi des agriculteurs). Il peut être utilisé à



des doses variées (2,5 ; 2 ; et 1,5 l/ha du p.f.) et dans des conditions différentes (pré-levée ou post-levée précoce), ce qui le rend très souple d'emploi.

Le tébutame : son emploi a régressé en quatre ans de 17,8 % au profit **du** métazachlore. Cette substance, utilisée à forte dose (6 l du p. f à 600 g/l de m. a, soit 3600 g m.a./ha), représente **malgré tout** 43 % **des** quantités totales utilisées en Lorraine, mais 33 % **des** décisions de traitement prises **par** les agriculteurs dans l'enquête menée au niveau national. La spécialité comporte la **clomazone** au titre **de 20 g/l de m.a.**

L'emploi de la napropamide continue de décroître progressivement : **de 15 %** des quantités totales en 90-91, elle régresse à **4,9 %** en 1994-95.

Les essais en conditions naturelles

De l'ensemble des résultats obtenus dans les essais sous conditions naturelles et en situations à percolation dominante, on peut tirer les principaux éléments d'appréciation sur les probabilités **de** présence **des** principales substances herbicides utilisées en culture **de colza**, **dans** le sol et dans les eaux. Les résultats les plus complets concernent la trifluraline, puis le métazachlore. Les données sur le tébutame sont encore peu nombreuses et devraient pouvoir être complétées, au moins en partie, dans les prochains mois (octobre 96).

► Dans le sol

Préalable sur la fiabilité des analyses dans les sols

Au champ, l'analyse des teneurs **de** la couche superficielle **du** sol se heurte à une dispersion des résultats **des** prélèvements moyens, pour chaque date. On a remarqué que cette dispersion est particulièrement élevée pour la trifluraline, et moindre pour le métazachlore. L'analyse d'un échantillon unique ne pourrait, par conséquent, rendre compte de manière fiable **de** l'importance de la présence d'une substance active dans le sol.

Dose théorique et dose réelle apportée

La comparaison des quantités de substances, calculées au moment du remplissage des appareils,

à celles mesurées **dans** le sol immédiatement après l'application, montre que la quantité initialement souhaitée subit une diminution qui **peut** parfois atteindre 50 % (mais le plus souvent cette réduction est moindre). Les raisons de ce déficit peuvent, a priori, être attribuées à la volatilisation d'une fraction des embruns en période chaude, **au** transport vers l'extérieur en cas de vent, à l'effet d'écran par les cailloux de certains sols (certaines rendzines par exemple), à la volatilisation dans les interstices **du sol** . . .

Dissipation des substances : durées de vie

Des résultats obtenus, on peut, néanmoins, déduire les conclusions suivantes : une fois présente dans le sol, la substance tend à rester dans l'horizon superficiel (5 à 8 cm). Elle s'y dissipe plus ou moins rapidement en fonction notamment de sa solubilité dans l'eau et **de** sa capacité **de** fixation sur la matière organique **du sol**.

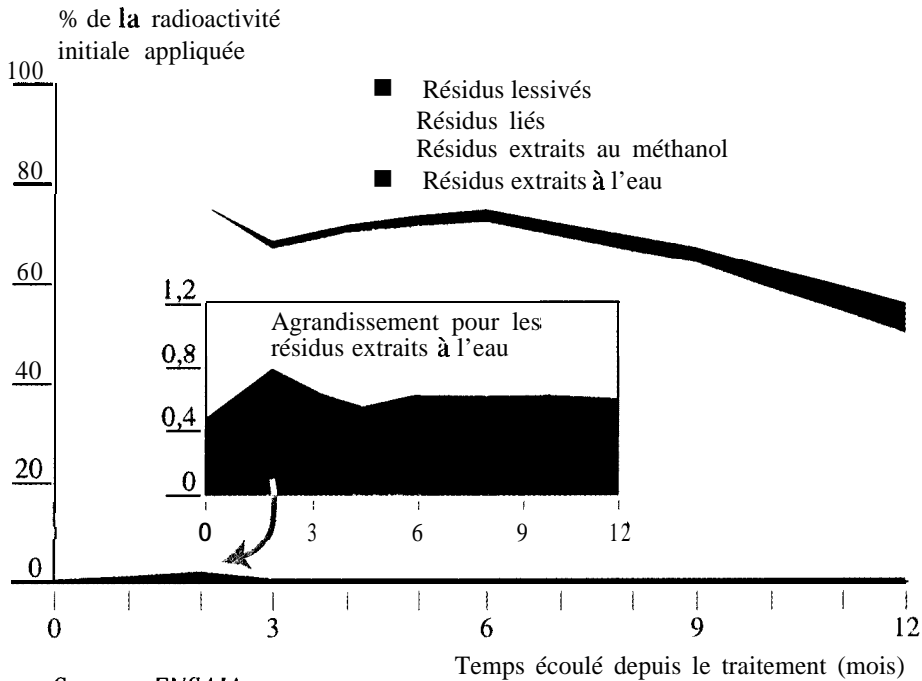
Les conditions climatiques influent notablement sur les paramètres de durée de vie. Par exemple, dans le premier cas, la réduction de la quantité d'eau tombée peut faire passer de **un an à plus de deux ans la DT90** (temps nécessaire à l'obtention **d'un** reliquat égal à 10 % de la substance active initialement appliquée) de la **trifluraline** dans l'horizon superficiel d'un sol et de **trois mois à un an** pour le **métazachlore**. Le sol intervient pour ses caractéristiques **générales** : dans le contexte **d'une année pluvieuse**, entre les données d'un sol de Champagne berrichonne et **un** autre, lorrain, on a pu relever un facteur de un à **deux** des valeurs des **demi-vies** (54 à 111 jours pour la trifluraline ; 45 à 91 j pour le métazachlore), et **un** accroissement sensible **des DT90 de** la trifluraline (367 à 410 jours) et du métazachlore (185 à 257 j). Si la durée de demi-vie conduit à une meilleure compréhension de la probabilité de présence dans les eaux, les DT90, données **peu** souvent publiées jusqu'à présent, seront très utiles pour une meilleure gestion des **substances** dans la pratique des agriculteurs.

► Approche modélisée du transfert vers les eaux : cas de la trifluraline

Les expériences en microlysismètres sur la **trifluraline** (**approche modélisée, figure 1**) permettent **de** suivre la dissipation **de** la molécule-mère



Figure 1 : Approche modélisée du transfert de la trifluraline : Étude en microlysimètres - évolution des résidus extractibles et non extractibles de la trifluraline au cours du temps



mais aussi celle de ses métabolites grâce à l'utilisation de la substance marquée au carbone 14.

L'entraînement des résidus sous l'action des précipitations est faible : seulement 5,3 % de la radioactivité appliquée quittent les 5 premiers centimètres de sol. L'intensité de ces transports est fortement corrélée aux quantités de pluie avec un effet saisonnier (lessivage plus faible en hiver qu'en été).

De plus, la disponibilité à l'eau des résidus (molécule-mère et métabolites) est faible, y compris immédiatement après le traitement (moins de 1 % de la radioactivité appliquée).

En revanche, la radioactivité extractible (soluble au méthanol) reste élevée : 66 % après 6 mois, 39 % après 1 an. Ceci laisse présager d'une persistance élevée de la molécule-mère, ou de ses métabolites.

Le niveau de résidus non extractibles (liés à la matière organique) ne dépasse pas 1 %. Près de

25 % de la radioactivité ne sont pas retrouvés dès le premier mois, vraisemblablement suite à des phénomènes de volatilisation.

► Les eaux superficielles

La teneur en substance active de l'eau (quantité et fréquence d'observation) n'est pas la seule information à obtenir : quelle est sa variation dans l'espace (différents sites) et le temps (au cours d'une campagne et sur deux campagnes) ? Quelle est sa durée maximale de présence et au cours de quelle période pour une campagne donnée ?

Dans les fossés

Les analyses des eaux de deux années consécutives, en région Centre, montrent que les **transferts par percolation latérale** (dans la partie superficielle de la couche arable) sont faibles en fréquence et en intensité : pour la campagne 1993-94, un site sur les deux étudiés présente des résidus, aux fréquences de 4/16 analyses positives pour la trifluraline, de 5/16 pour le métazachlore, et aux teneurs maximales de 0,04 et de 0,08 µg/l respectivement pour chaque molécule ;

pour la campagne 1994-1995, 1/19 et 0/19 analyses sont positives pour la trifluraline et le métazachlore et 2/16 cas pour le **tébutame** alors que les teneurs sont proches de la limite de détection, voire nulles (métazachlore). La période d'apparition, pour les sites considérés, se place le plus souvent sur l'intervalle de temps qui s'étend du cinquième au septième mois dans le cas de la trifluraline et du métazachlore.

Dans les drains

Les deux campagnes diffèrent du point de vue climatique : 1993-94 est une période assez pluvieuse (851 mm) alors que la campagne suivante 1994-95 se caractérise par une diminution importante de la pluviométrie : 612 mm soit 28 % de moins que la campagne précédente.

Les substances

Dans ces conditions, la **trifluraline** (appliquée à 2,51/ha de produit formulé) est rarement détectée (4 fois sur les 26 prélèvements répartis sur 9 mois) en Lorraine lors de la première campagne, et à des teneurs proches de celles de traces (0,02 µg/l) et pour un maximum de 0,03 µg/l.

12 L'année suivante, au même endroit, les teneurs sont plus élevées (de 0,02 à 0,07 µg/l) et les fréquences (5/16) aussi. On en déduit que les conséquences d'un traitement à la **trifluraline** peuvent s'étendre sur deux campagnes.

En région Centre (**figure 2**), lors de la première année de mesures, en 1994-95, des teneurs élevées sont détectées occasionnellement, et les moyennes maximales, par restitution, ne dépassent que de peu la teneur de 0,1 µg/l. La période de présence élevée s'étend de novembre à début février.

Le **métazachlore** (appliqué à 1,51/ha p.f.) est fréquemment présent dans les eaux de drainage de l'essai lorrain lors de la première campagne (12 fois sur les 26 prélèvements). Les teneurs, élevées dès le début (0,07 µg/l), diminuent rapidement (0,07...0,05 µg/l) et peuvent disparaître. Elles sont susceptibles de nouveaux accroissements (0,13 µg/l en milieu décembre). La présence de la substance est **détectée** jusque début avril. Elle n'est plus perceptible lors de la campagne suivante.

Notons que, toujours en région Lorraine, mais à 2,51/ha p.f., le métazachlore a été détecté 3 fois sur 5 dans les eaux de ruissellement, à des teneurs allant de 0,03 à 3,8 µg/l.

En région Centre, pour la campagne 1994-95 et la dose 2 l/ha p.f. (**figure 3**), les teneurs, corrélatives d'épisodes pluvieux importants, sont d'emblée très élevées (13,35 µg/l). Les moyennes, calculées par restitution, sont encore très importantes au cours de septembre, mais reviennent dès novembre à des valeurs inférieures à 0,1 µg/l.

Ces résultats sont cohérents par rapport à la solubilité élevée de cette substance, à sa faible fixation à la matière organique, et à sa faible DT90.

Le **tébutame** (6 l/ha du p.f.) n'est connu de manière fiable qu'au travers d'un seul essai (La Bouzule) : il est présent très rapidement dans les **eaux de drainage**, à des teneurs plus élevées que celles du métazachlore (de 14,9 à 26,8 µg/l), de début décembre à milieu janvier, dans le contexte d'une application tardive.

Dans les **eaux de ruissellement**, les teneurs de cette substance sont beaucoup plus élevées (de 370 à 389 µg/l). La substance disparaît des échantillons dès le début février.

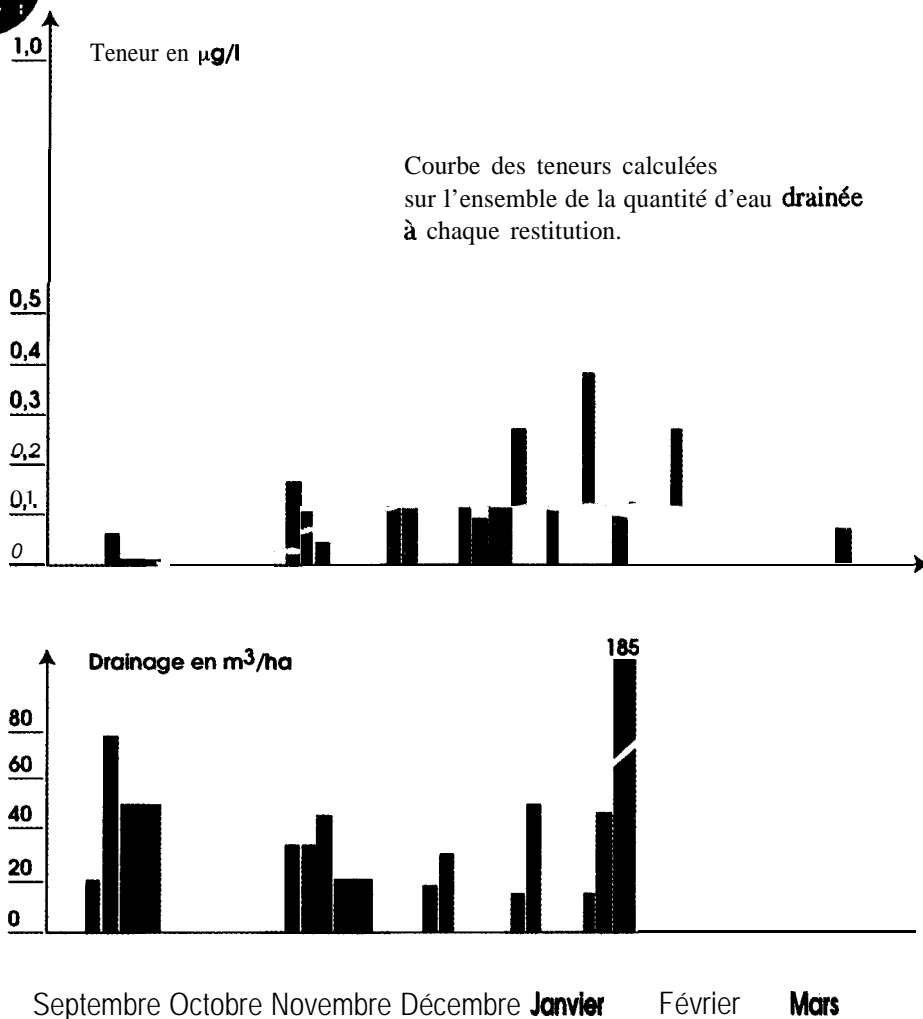
Les restitutions

L'examen détaillé de l'évolution des teneurs en cours de **restitution** (quantité d'eau émise par les drains) montre clairement que les teneurs fortes de substances se situent au début des écoulements et diminuent très rapidement. Le calcul des teneurs moyennes pour l'ensemble de la restitution permet une appréciation plus exacte du risque de présence. On observe ainsi que, pour la campagne 1994-95, des taux de 0,12 et 0,13 µg/l ont pu être atteints pendant 5 jours chacun, en janvier, pour la trifluraline, et de 0,48 et 0,26 µg/l pour le métazachlore. La **période de risque le plus élevé** se situe en septembre pour le métazachlore (moyenne de 10,6 µg/l pendant 16 jours), la teneur moyenne de la trifluraline étant à ce moment inférieure à la limite de détection.

Ces résultats permettent de préciser la **période probable de présence** d'une substance donnée



Figure 2 : Évolution des teneurs en trituraiine dans les eaux de drainage :
Site 'les Pins' - Région Centre - Campagne 1994/1995



1994- 1995 Les Pins L. A. Chateauroux



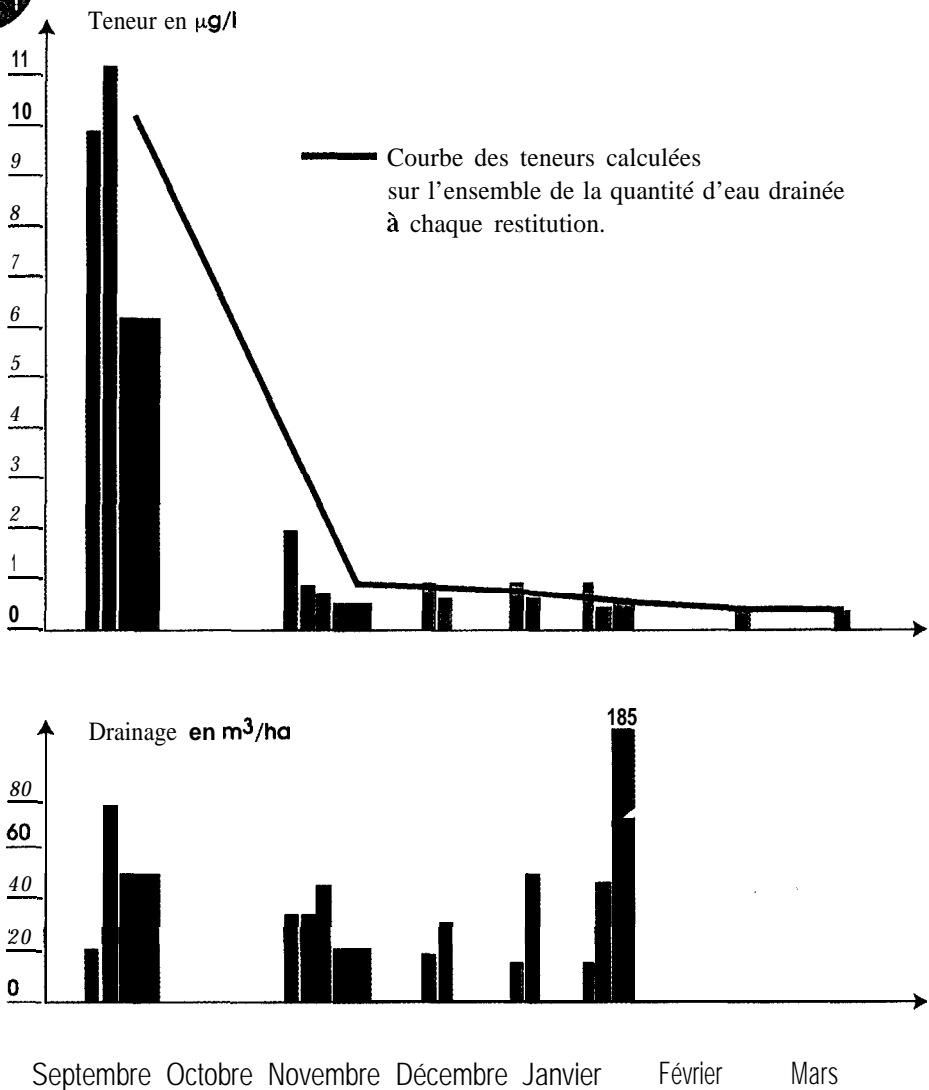
dans les eaux situées à proximité immédiate des parcelles : dès le début des pluies, et surtout dans les premières semaines après les applications pour le **métazachlore** et le **tébutame** ; dans l'intervalle de cinq à sept mois pour la **trifluraiine**.

lèvement proportionnel au débit ainsi que le suivi précis des quantités d'eau écoulées (**échantillonneur automatique**).

Ces résultats posent question vis à vis de l'utilisation des eaux de drainage pour la **surveillance des substances dans les eaux** : un simple prélèvement, en début de restitution et au moment probable de présence le plus élevé d'une substance dans les eaux, peut donner une valeur maximale éventuellement sans rapport avec un risque **réel** pour l'environnement. Une approche plus exacte suppose plusieurs analyses ou bien un **pré-**



Figure 3 : Évolution des teneurs en métazachiore dans les eaux de drainage : Site "les Pins" - Région Centre - Campagne 1994/1995



1994-1995 Les Pins L. A. Chateauroux

Les eaux souterraines

Elles sont étudiées au moyen de prélèvements dans les eaux de forage, dans les eaux d'écoulements d'une case lysimétrique ou encore, dans les eaux issues d'une grande colonne de sol non perturbé.

D'un forage

Sur douze prélèvements d'eau répartis sur une période allant de mi-octobre à fin juillet, et provenant d'un forage situé en crête piézométrique, on a observé deux fois la présence de tébutame,

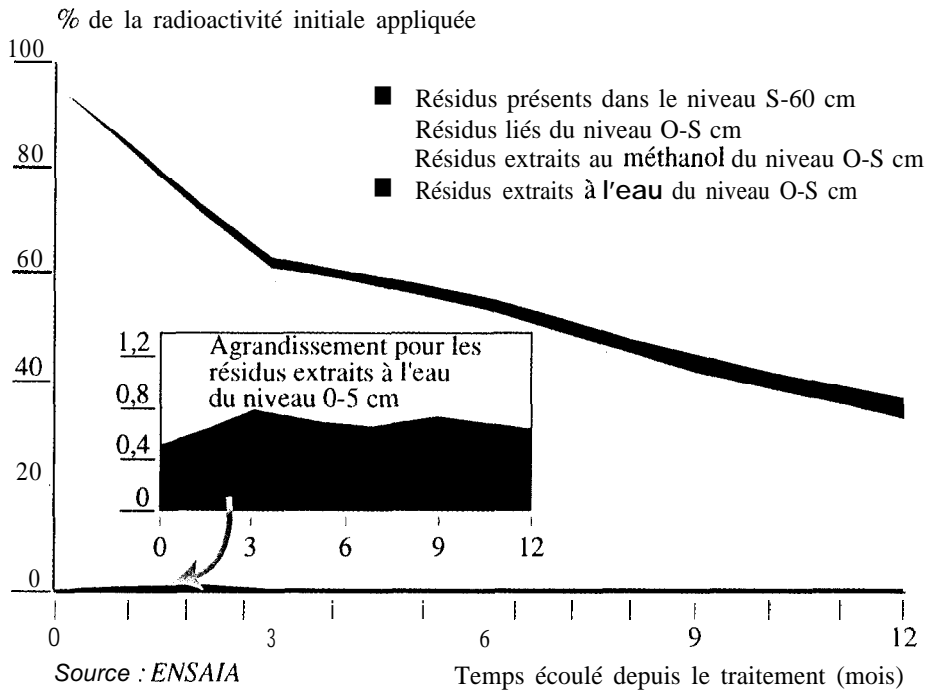
en début de campagne, et aux teneurs de 0,03 et 0,04 µg/l. L'enquête en culture a montré que la substance active provenait de la parcelle située directement à proximité du forage. Cette parcelle avait été traitée aux doses conseillées.

D'une case lysimétrique

Des analyses des écoulements d'eau de la case lysimétrique, on observe 8 fois sur 14 la présence de trifluraline. Les teneurs varient de 0,02 à 0,09 µg/l, les valeurs les plus élevées sont trouvées en mars. Le métazachiore est présent à une



Figure 4 : Approche modélisée du transfert de la trifluraline : Étude en grandes colonnes - évolution des résidus extractibles et non extractibles de la trifluraline au cours du temps



Les quantités de résidus, respectivement, liés, extraits au méthanol et extraits à l'eau, des segments 0-2,5 cm et 2,5-5 cm, ont été additionnées pour obtenir les valeurs utilisées pour le graphique pour représenter le niveau 0-5 cm. Les quantités de résidus liés, extraits au méthanol et extraits à l'eau des autres segments ont été additionnées pour obtenir les quantités de résidus présents dans le niveau 5-60 cm.



teneur de $0,03\mu\text{g/l}$ et à une fréquence inhabituellement faible par rapport à la trifluraline (2/14).

De grandes colonnes de sol

Les eaux issues de grandes colonnes (60 cm) montrent (figure 4) que seulement 0,08 % de la radioactivité initiale (substance active et tous métabolites compris, c'est-à-dire l'ensemble des résidus) a été transférée au bout d'un an à ce niveau du sol. Ceci conforte les données obtenues au champ.

Note : Ces colonnes permettent également de suivre les disponibilités des résidus de trifluraline ainsi que leur répartition dans un profil de sol complet.

Échantillonneur automatique

Contrôles officiels dans les eaux

Les Services de l'administration (DIREN, DRASS et DDASS) qui ont eu l'amabilité de fournir certains de leurs résultats, nous ont permis de constater que les eaux souterraines purifiaient peu atteintes par les substances phytosanitaires que nous étudions. Pur contre, dans le cas des eaux superficielles, on a pu remarquer la présence, en région Centre, de quelques cas de présence de métazachlore dans les eaux, (7 stations sur 51), mais rarement (1 seul cas sur les 7) en teneur supérieure à la limite des 0,1 µg/l fixée par la législation européenne. La trifluraline n'est détectée qu'une seule fois, et dans des conditions qui s'apparentent à celles d'une pollution accidentelle.

En région lorraine, l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse ne détecte, à la fin de l'année 95, aucune présence de trifluraline, métazachlore et tébutame dans les eaux de 23 captages. Par contre, l'analyse des eaux de la Moselle démontre la présence de tébutame pendant le mois de septembre avec un pic à 0,85 µg/l et en octobre avec des teneurs variant de 0,072 à 0,177 µg/l.

CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES

Conclusions générales

Des enquêtes réalisées sur les trois années et dans les deux régions, on conclut à la représentativité des substances actives retenues dans les études, pour caractériser les relations produits phytosanitaires et environnement, dans le cas des cultures de colza.

On peut s'efforcer de résumer l'ensemble des acquis de manière très globale, produit par produit :

► La trifluraline

Les teneurs dans les eaux sont le plus souvent faibles, et dépassent, sous la parcelle (drainée) rarement la valeur de 0,1 µg/l. On les constate le plus souvent de milieu décembre à début mars, pendant la première année de culture et on peut les retrouver une année après, à des teneurs légèrement plus élevées, aux mêmes dates. Les travaux en colonnes de sol non perturbé donnent des valeurs plus faibles. Les premières données en eaux de ruissellement confirment ces impressions, cette substance serait donc faiblement sensible à l'entraînement. Ceci appelle une confirmation ultérieure.

Dans l'ensemble, on est donc tenté de conclure à une assez faible probabilité de teneurs fortes et durables de cette substance dans les eaux. Dans les rotations, il paraîtrait a priori souhaitable de laisser une année sans apport de cette substance dans les sols. A cette réserve près, cette substance serait, dans l'état actuel de nos données, d'un risque vis-à-vis de l'environnement plus faible qu'on n'avait pu le craindre initialement.

► Le métazachlore

Cette substance est beaucoup plus soluble (340 µg/l) dans l'eau que la trifluraline. Lors d'automne pluvieux, elle peut être présente à des teneurs élevées dans les eaux, qui laissent craindre une possibilité de présence dans les eaux des exutoires. Cette possibilité de présence a été démontrée, mais à des taux et à des fréquences faibles entre sites différents. L'examen des caractéristiques

téristiques des micro-bassins, au cas par cas, devrait permettre de préciser les conditions qui provoquent ces présences dans les eaux.

Cette crainte est pondérée par la faible durée de vie de la substance dans le sol. Elle se réduit encore si l'on considère son absence dans les eaux de drainage lors de la première campagne qui suit l'année de la culture en colza. Par ailleurs, l'influence du fractionnement des doses, voire de leur réduction, possibles pour cette substance, devrait limiter les conséquences de son emploi sur l'environnement. Il est donc prématuré d'en déduire qu'il s'agit là d'une substance à risque important.

► Le tébutame

Nous ne possédons encore que quelques données (expérimentales) sur cette molécule. Sa très grande solubilité (1 000 mg/l d'eau) n'est apparemment pas compensée par sa capacité de fixation par la matière organique du sol (non citée dans la littérature). Les teneurs dans les eaux de drainage et surtout dans les eaux de ruissellement attirent l'attention et supposent un complément d'études actuellement en cours. Dans cette attente, les conclusions définitives sont par conséquent prématurées. Il est probable qu'il faille poursuivre les travaux à son sujet, en prenant en compte les caractéristiques écotoxicologiques du produit.

Perspectives dans lesquelles l'étude reste inscrite

La démarche qui caractérise l'ensemble de ces travaux est celle du constat. Mais le contexte dans lequel ces données sont acquises doit être souligné pour que les résultats ne prêtent pas au biais dans l'interprétation.

La plupart des teneurs dans les eaux proviennent de sites aussi proches que possible de la surface qui a reçu les substances actives. Notre objectif est bien de situer les valeurs maximales possibles et leur durée, dans les eaux proches des parcelles.

Par conséquent, et en dehors des résultats dont les DIREN ou les DRASS/DDASS ont bien voulu nous tenir informés, il n'existe pas de rapport direct entre nos données et la limite fixée par

la CEE, de 0,1 µg/l de la substance active dans les eaux destinées à la consommation humaine. Cette limite est en effet valable pour les échantillons prélevés en conditions fixées par décret.

Enfin, entre le point d'écoulement d'un drain et un exutoire, il y a le bassin. Ceci exprime que de nombreux facteurs interviennent, qui tendent le plus souvent à diluer les quantités de substances présentes dans les eaux. Il conviendrait donc de replacer les données obtenues dans le contexte du bassin où elles ont été observées.

Néanmoins c'est par le biais du bassin que les conséquences de l'emploi des produits phytosanitaires de la culture du colza peuvent influencer à terme sur la qualité des eaux à l'exutoire. C'est donc à ce niveau qu'il faut situer, ainsi que le préconise le CORPEN, le risque et les conditions de son apparition. Rappelons que l'objectif final de cette action est d'ailleurs moins de décider si une culture est polluante que de proposer le cas échéant les modifications des pratiques susceptibles de garantir la meilleure protection possible de l'eau au plein champ. Les données acquises laissent espérer que ce point de vue est défendable sous réserve d'être démontré sur le terrain.

On pourrait donc suggérer, dans le cadre d'une action complémentaire, de procéder d'abord à l'examen de situations de terrain dont le risque pour les eaux a été mis en évidence, puis d'élaborer des conseils d'utilisation susceptibles, après expérimentation, de faire revenir les teneurs dans les eaux à des valeurs conformes aux exigences de la réglementation.