

Apport d'un système d'informations géographiques pour le zonage des risques de pollution par les produits phytosanitaires

François Dubois de la Sablonière, Philippe Bolo
et Philippe Seguin

La conduite et la protection des cultures s'accompagnent de l'emploi de différentes substances phytosanitaires (herbicides, insecticides, fongicides et autres spécialités). Les pratiques agricoles actuelles à l'échelle de la parcelle et du bassin versant conduisent parfois à un accroissement des risques de transfert vers les eaux superficielles et souterraines. L'eau apportée par les pluies provoque en effet un entraînement par ruissellement ou lixiviation de ces substances chimiques. Les conséquences, sur les écosystèmes naturels et sur la santé humaine, de la présence de produits phytosanitaires dans les eaux imposent la vigilance.

Les différents cheminements susceptibles d'être empruntés par l'eau, vecteur de substances phytosanitaires dissoutes ou en suspension, sont décrits par la figure 1. Les phénomènes d'entraînement sont régis par différents facteurs liés au milieu physique (topographie, géologie, pédologie et pluviométrie) et aux actions de l'homme (occupation du sol et aménagement du territoire). Ces facteurs sont variables dans l'espace et l'appréciation de leur influence conjointe est complexe et se trouve facilitée par l'utilisation d'un outil adapté à ce type d'analyse et connu sous le nom de Système d'Informations Géographiques (SIG).

Une méthode mise en œuvre par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne en association avec le bureau d'études AQUALIS consiste à réaliser le zonage du ris-

que de contamination des eaux superficielles et souterraines par les produits phytosanitaires utilisés en agriculture. L'objectif principal est donc de mettre en place un outil de diagnostic rapide et reproductible pour une aide à la gestion du risque. Le zonage est effectué par analyse de la répartition géographique des facteurs qui induisent des sensibilités au ruissellement ou à l'infiltration. Ce traitement est facilité par la mise en œuvre d'un SIG qui autorise la superposition des facteurs à l'origine des risques et l'examen du cumul de leurs influences. Le SIG constitué intègre l'ensemble des facteurs inducteurs de sensibilités sous la forme de leur représentation territoriale décrite suivant le mode d'organisation « raster » (découpage du territoire en cellules régulières et continues). Ce mode ouvre de nombreuses possibilités en matière de croisement des différentes sources de données géographiques. En effet, ce modèle de représentation des informations spatiales sous forme de matrices, donne accès à de multiples combinaisons qui intègrent les opérateurs arithmétiques, logiques et conditionnels.

La méthode retenue donne accès à l'expertise de l'organisation d'un territoire afin de réaliser des traitements dont la synthèse constitue une aide à la décision dans la gestion de l'espace. Ce type d'approche n'a pas l'ambition de mesurer les flux et reste une analyse qualitative du risque. Il ne s'agit pas d'un modèle de transfert. L'objectif recherché est d'obtenir facilement une information qui renseigne sur la nature et les origines du ris-

François Dubois de la Sablonière
Agence de l'Eau
Loire-Bretagne
Avenue de Buffon
BP 6339
45063 Orléans
cedex 02
Philippe Bolo,
Philippe Seguin
Bureau d'Études
Aqualis
1, av du Bois
l'Abbé
Technopole Angers
49070 Beaucouzé

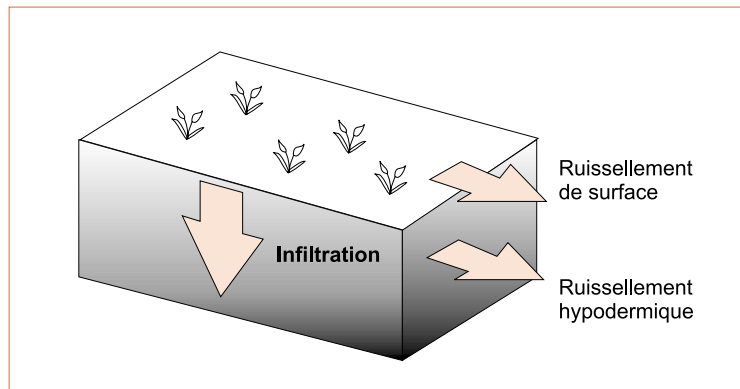


Figure 1. – ▲ Les voies d'entraînement des substances phytosanitaires par l'eau :

- ruissellement de surface entraînant les produits phytosanitaires vers les eaux superficielles
- érosion liée au ruissellement superficiel entraînant les molécules adsorbées aux particules mobilisables du sol ;
- ruissellement hypodermique localisé à l'interface de deux horizons de perméabilité différente ;
- infiltration entraînant les produits phytosanitaires vers les eaux souterraines.

que de transfert aux eaux. La nature et les origines sont décrites par le cumul des facteurs et permettent de comparer les différentes parties du territoire entre elles. La méthode est conçue pour apporter une aide à la gestion de la pollution phytosanitaire diffuse. Les cartes issues des traitements peuvent être utilisées pour définir une typologie des terrains vis-à-vis de la genèse potentielle de pollution et aider à la hiérarchisation des actions.

Le zonage des risques repose sur une méthode dite de pondération additive qui s'articule autour de trois étapes :

– **La première étape** consiste à recenser et à intégrer dans le SIG les facteurs qui influencent les transferts par l'eau des substances phytosanitaires. Cette étape recouvre les travaux de constitution de la base de données territoriale.

– **La seconde étape** concerne l'évaluation du cumul des facteurs. L'objectif est d'élaborer des scénarii de croisements des données qui correspondent pour chacun d'entre eux à la définition des poids attribués aux modalités des différents facteurs. Le choix des notes de pondération est dicté par l'influence de la modalité sur les phénomènes de transfert des polluants par ruissellement ou infiltration. L'ensemble formé par les facteurs pondérés qui participent à la définition du risque peut ensuite faire l'objet d'un croisement par addition au moyen du SIG. La somme obtenue, le score, au terme du traitement est à l'origine du zonage des risques qui met en relief les secteurs de genèse potentielle de pollution phytosanitaire.

– **La troisième étape** complète l'approche précédente par la prise en compte de l'aménagement du territoire. Les traitements SIG sont étendus à la délimitation des terrains soumis aux écrans au

ruissellement (les haies par exemple). Il devient donc possible de juger de la réalité du transfert aux eaux superficielles des pollutions générées sur les zones à risque.

Première étape

■ *La définition des facteurs induisant une sensibilité au transfert et la constitution de la base de données territoriale*

L'ensemble des facteurs pris en compte et intégrés, sous forme cartographique, dans le SIG est présenté dans le tableau 1. Cette présentation associe à chaque facteur les modalités qui le composent.

La pertinence de la démarche dépend de la qualité des données géographiques initiales. De plus, l'échelle de représentation des traitements effectués doit être compatible avec les échelles des données de base. Elle ne doit, par exemple, pas être supérieure à ces dernières. Aussi le problème de la disponibilité des données géographiques est à résoudre en préliminaire.

Il est toujours possible, en tout secteur, de faire appel à des spécialistes pour dresser, à l'échelle désirée, les documents cartographiques nécessaires. Ces investigations, qui nécessitent des prospections sur le terrain, sont souvent lourdes et coûteuses.

À l'échelle nationale, les grands thèmes utilisés (relief, substrats géologiques, sols et occupation des sols) sont renseignés de manière variable.

Les informations topographiques sont publiques, à moyenne échelle (1/25000), sur l'ensemble de la France. La carte géologique du territoire national au 1/50000 est en cours d'achèvement. Par l'exploitation de photographies aériennes les plus récentes (généralement au 1/25000 ou 1/30000), on peut représenter les principales formes d'occupation des sols et d'aménagement de l'espace. En revanche, la donnée « sols » est moins facile à obtenir : seule une couverture au 1/1000000 décrit toute la France. Sinon, ce sont des travaux dispersés, plus ou moins accessibles, à des échelles variables. En se limitant aux caractéristiques retenues, un expert local (pédologue de Chambre d'agriculture par exemple) peut extrapoler l'information au périmètre considéré.

Tableau 1. – Présentation des facteurs induisant une sensibilité au transfert des produits phytosanitaires par les circulations d'eau. ▼

FACTEUR	RISQUE	PHÉNOMÈNE PRIS EN COMPTE	MODALITÉS
Perméabilité des substrats	Infiltration	Ce facteur renseigne sur la sensibilité des substrats géologiques à l'infiltration des eaux en profondeur vers les nappes aquifères	Formation perméable Formation imperméable
Extension de la nappe souterraine	Infiltration	La connaissance de l'extension de la nappe exploitée intègre dans les traitements un poids plus important aux terrains situés à l'aplomb de cette ressource	Présence Absence
Singularités géologiques	Infiltration	L'identification des singularités géologiques permet de prendre en compte l'infiltration en profondeur d'eaux de surface polluées par des voies d'écoulement préférentielles (engouffrements et anciennes carrières) et la contamination des eaux superficielles au niveau de l'apparition des sources	Sources Engouffrements Anciennes carrières
Épaisseur des formations de recouvrement	Infiltration	Ce facteur renseigne sur la sensibilité à l'infiltration et donc sur le potentiel de transfert vers les nappes aquifères	Formations épaisses Formations peu épaisses
Textures de surface	Infiltration et ruissellement	La connaissance des textures de surface rend compte du comportement des sols vis-à-vis du ruissellement (sols battants) ou de l'infiltration (sols sableux)	Limoneuse Argileuse Sableuse Équilibrée
Occupation des sols	Infiltration et ruissellement	L'occupation des sols est un descripteur qui associe à un terrain un usage et une liste de produits phytosanitaires utilisés. L'occupation des sols permet ainsi de localiser les sources de la pollution diffuse	Occupation des sols décrite par 10 postes obtenus par photo-interprétation
Pente	Ruissellement	Effet de la déclivité des terrains sur le ruissellement	Moins de 1% Entre 1 et 5% Entre 6 et 10% Entre 11 et 20% Plus de 20%
Éloignement au réseau thalweg	Ruissellement	Le réseau de thalweg est calculé à partir du modèle numérique de terrain. Ce réseau matérialise les principales voies de circulations en surface. La prise en compte de la proximité immédiate à ce réseau (distance inférieure à 100 mètres) identifie les terrains associés comme potentiellement à risque même avec un ruissellement diffus très faible	Moins de 100 m Plus de 100 m
Différenciation texturale	Ruissellement	La différenciation texturale est utilisée pour identifier les sols qui présentent une rupture de perméabilité. Cette discontinuité verticale de la texture engendre une circulation subhorizontale au plancher de l'horizon perméable. Ce phénomène se traduit par un ruissellement hypodermique qui provoque le transfert des substances phytosanitaires présentes dans le sol vers les eaux de surface	Présence Absence
Hydromorphie des sols	Ruissellement	L'hydromorphie est intégrée pour prendre en compte les sols dont la saturation est rapide au cours des épisodes pluvieux prolongés. Ces sols se caractérisent par un ruissellement de surface faisant suite au refus d'infiltration induit par la saturation de la réserve utile	Sol sain Sol moyennement hydromorphe Sol hydromorphe
Orientation des travaux des sols et des rangs	Ruissellement	L'orientation du travail du sol (labours et semis) ou des rangs (dans le cas des cultures pérennes) par rapport à la pente influence les modalités de concentration du ruissellement	Perpendiculaire à la pente Parallèle à la pente Angle de 45°/pente

Deuxième étape

■ *La définition des scénarii de croisement des facteurs et la représentation du zonage des risques de pollution*

Le traitement numérique de la base de données territoriales consiste à évaluer le cumul des facteurs favorables à la mobilisation et à l'entraînement des substances phytosanitaires utilisées à l'échelle de la parcelle vers les eaux superficielles et souterraines. Cette appréciation passe par la définition de scénarii qui correspondent à l'application des notes de pondération à chacune des modalités des facteurs puis à l'addition de ces notes. Ces traitements conduisent au calcul d'une carte des scores (valeurs des sommes des notes associées aux cartes qui décrivent les facteurs).

Différents scénarii peuvent être envisagés. Il est possible de réaliser des scénarii qui concernent spécifiquement les eaux superficielles ou les eaux souterraines. Les scénarii peuvent également être déclinés en s'intéressant uniquement aux facteurs du milieu (pollution potentielle liée aux caractéristiques de l'environnement physique) ou en intégrant les facteurs anthropiques (amplification ou diminution du risque potentiel en fonction des pratiques et des spéculations culturelles).

La formulation des jeux de notes est précédée de considérations relatives à la hiérarchisation des facteurs et aux échelles de notation.

La hiérarchisation des facteurs consiste à les classer suivant l'importance de leurs influences relatives vis-à-vis des phénomènes de ruissellement et d'infiltration. Ce classement nécessite la connaissance approfondie des lois physiques et chimiques mises en jeu et impose des recherches de terrain préalables longues et coûteuses. Cette constatation s'oppose à l'objectif principal souhaité pour cette méthode. En l'état actuel des connaissances, une hiérarchisation n'est pas possible.

Les échelles de notation sont définies en fonction des données disponibles et des résultats recherchés. Différents systèmes de pondération, de complexité croissante, peuvent être envisagés.

L'échelle de notation la plus accessible consiste à associer la note 1 à la modalité principale (celle qui induit le ruissellement ou l'infiltration) des

différents facteurs retenus. À l'inverse, la note 0 est attribuée aux autres modalités qui jouent un rôle secondaire dans l'apparition de la pollution. Cette échelle de notation présente l'avantage d'une interprétation simple et rapide. L'examen des scores renseigne immédiatement sur le nombre de facteurs à l'origine du risque et sur la situation des lieux où se cumulent plusieurs facteurs.

Des systèmes plus complexes peuvent être envisagés en introduisant des poids différents pour les modalités d'un même facteur. Cette technique de notation présente l'avantage d'intégrer plusieurs modalités dans la définition des conditions d'apparition du ruissellement ou de l'infiltration. En contrepartie, l'interprétation des scores obtenus s'avère plus difficile. Le choix de notes dont la combinaison par addition donne un score qui révèle de manière non équivoque l'origine du cumul est une solution à l'utilisation simplifiée de ces systèmes de notation.

Les facteurs présentés dans le tableau N°1 ne décrivent pas le comportement des molécules lié à leurs propriétés physico-chimiques. La prise en compte des produits est uniquement associée au facteur « occupation des sols » qui correspond au terme source de la pollution (localisation géographique des secteurs où les substances phytosanitaires sont utilisées). Le comportement des molécules peut cependant être approché en réalisant des scénarii adéquats. L'affectation de notes négatives à la modalité « argileuse » du facteur « textures de surface » permet par exemple d'intégrer le comportement des molécules qui présentent une affinité importante pour les argiles du sol. De la même manière une transposition de la méthode aux autres substances utilisées en agriculture est envisageable.

Le choix des pondérations doit donc être compris comme un moyen d'adapter la méthode aux conditions variables d'utilisations (fonctions de l'environnement des territoires étudiés et des molécules retenues).

La communication des résultats à un public élargi demande une synthèse préalable. Le regroupement des scores en classes de risques (faible, moyen et fort par exemple) facilite la représentation et la compréhension des cartes. Ce post-traitement est également indispensable pour la comparaison de différents scénarii entre eux. La définition des clas-

ses permet enfin d'associer aux cartes une légende décrivant la nature du cumul des facteurs à l'origine du classement du terrain.

Les traitements décrits ci-dessus occultent la prise en compte de la pluviosité. Cette variable est pourtant intimement liée aux risques de contamination des eaux par les produits phytosanitaires. L'eau de pluie mobilise en effet les substances polluantes par ruissellement ou infiltration. Deux caractéristiques de la pluie conditionnent l'importance de son action :

– **l'intensité de la pluie** influence la fraction d'eau que le sol ne peut absorber par refus d'infiltration. Cette fraction ruisselle entraînant avec elle, vers les eaux de surface, les produits phytosanitaires dissous ou adsorbés aux matières en suspension. L'intensité de la pluie avant apparition du ruissellement pour un type de sol dépend des caractéristiques hydrodynamiques du sol et de la durée de l'épisode pluvieux.

– **la répartition des pluies** est importante à considérer vis-à-vis du cycle agronomique des différentes cultures. La position des pluies dans le temps par rapport aux cycles culturaux détermine l'existence de situations pouvant aggraver le risque de contamination (épisodes pluvieux alors que le sol est nu, épisodes pluvieux correspondant à des stades de développement à faible consommation hydrique, épisodes pluvieux lors des époques de traitement des cultures...).

Ces constatations démontrent la complexité liée à la prise en compte de la pluviosité. La méthodologie de zonage mise en œuvre n'intègre pas directement de carte de la répartition des pluies dans le SIG. La prise en compte de ce phénomène atmosphérique intervient lors de la définition des notes affectées aux modalités du facteur « occupation des sols ». Les notes des cultures sur lesquelles sont appliquées des substances phytosanitaires ont été calculées par confrontation du calendrier des traitements (obtenu par dépouillement d'enquêtes) avec les périodes durant lesquelles les pluies sont favorables à l'apparition du ruissellement (périodes définies par des analyses statistiques sur les durées et l'intensité des épisodes pluvieux). L'homogénéité de la répartition des pluies à l'échelle de petits bassins versants impose également la prise en compte de la pluviosité au travers de facteurs associés.

Troisième étape

■ *La prise en compte de l'effet des écrans végétaux sur le devenir du ruissellement*

Les cartes de zonage des risques présentées ci-dessus sont obtenues par des traitements SIG qui ne s'intéressent qu'aux facteurs du milieu physique et anthropiques mais qui n'intègrent pas de descripteurs liés à l'aménagement du territoire et à la structuration du paysage. Il est pourtant reconnu que certains éléments du paysage (haies, talus, dispositifs enherbés, prairies, ...) peuvent jouer un rôle d'écran vis-à-vis du ruissellement diffus. Ces écrans au transfert par ruissellement sont particulièrement importants pour la protection des eaux superficielles car ils permettent :

– d'« abattre » le flux de ruissellement avant son arrivée dans les cours d'eau ;

– de piéger les particules chargées en éléments polluants.

Une approche complète du zonage du risque de contamination des eaux superficielles par les produits phytosanitaires doit donc intégrer les écrans au ruissellement. Le recours à un SIG pour définir la zone d'influence des écrans apparaît parfaitement adapté. Il est en effet possible d'obtenir, par traitement du modèle numérique de terrain et de l'occupation des sols, une délimitation des terrains protégés par les haies, les prairies permanentes, etc.

L'orientation des pentes, dérivée du modèle numérique de terrain, renseigne implicitement sur la direction et le sens du ruissellement superficiel. Il est ainsi possible de calculer, pour chaque maille du bassin versant, le devenir du ruissellement en superposant l'orientation des pentes et l'occupation des sols.

La méthodologie a été appliquée aux écrans constitués par l'association des haies et des surfaces enherbées pérennes (prairies permanentes). Un algorithme constitué pour l'occasion calcule les bassins versants contrôlés par les haies et les prairies permanentes pour définir leur zone d'influence hydrologique.

Il est ainsi possible de visualiser, pour une zone supposée à risque, l'influence éventuelle d'un écran. L'outil aide alors à la localisation des zones d'intervention prioritaire.

Toutefois, pour les bassins à substrats imperméables où la probabilité d'existence de fossés non répertoriés est forte, le risque de surestimer l'effet de l'écran est important.

Application au bassin versant de Quantilly

La méthode présentée a été développée sur le bassin versant de Quantilly (figure 2). Cette zone d'étude se situe sur le bassin versant du Moulon (affluent rive droite de l'Yèvre à Bourges) à l'amont de la commune de Saint-Georges-sur-Moulon. Localisé dans le département du Cher (région Centre) à 15 km au nord de Bourges, le bassin versant de Quantilly occupe une superficie de 2660 ha. Il est drainé par deux cours d'eau permanents : le Moulon et le ruisseau de la Viloise. Une nappe souterraine recouvre une partie du territoire (478 ha) au nord de la commune de Quantilly.

Ce bassin versant a été retenu afin de développer la méthode sur un secteur d'étude présentant des facteurs contrastés dans l'optique de la généralisation du travail sur d'autres territoires.

L'analyse de l'organisation physique du bassin de Quantilly met en évidence des modalités contras-

tées pour les facteurs retenus. Les altitudes varient dans une plage qui s'étend de 155 mètres (à l'exutoire du bassin) à 289 mètres (au point culminant du bassin), soit une variation de plus de 85%. Les pentes de plus de 11% recouvrent un peu moins du dixième de la surface du bassin. Les substrats géologiques perméables (calcaires fissurés et formations caillouteuses et sableuses) et imperméables (marnes et argiles compactes) se partagent le territoire de manière équivalente. Les 4 modalités des textures de surface des sols (argileuse, limoneuse, sableuse et équilibrée) présentent une répartition spatiale comparable. Cette constatation est également applicable aux autres facteurs pédologiques : différenciation texturale, hydromorphie et épaisseur des formations de recouvrement. Le bassin de Quantilly s'inscrit également dans un contexte de production agricole diversifiée (grandes cultures hivernales et estivales, pâtures et arboriculture fruitière).

Deux résultats obtenus lors de l'application de la méthode sur ce bassin versant sont présentés dans les paragraphes qui suivent. La classification et la pondération retenue tiennent compte à la fois de la situation locale et de l'état actuel de l'expertise.

La figure 3 illustre les résultats obtenus avec un scénario appliqué aux eaux superficielles en ne

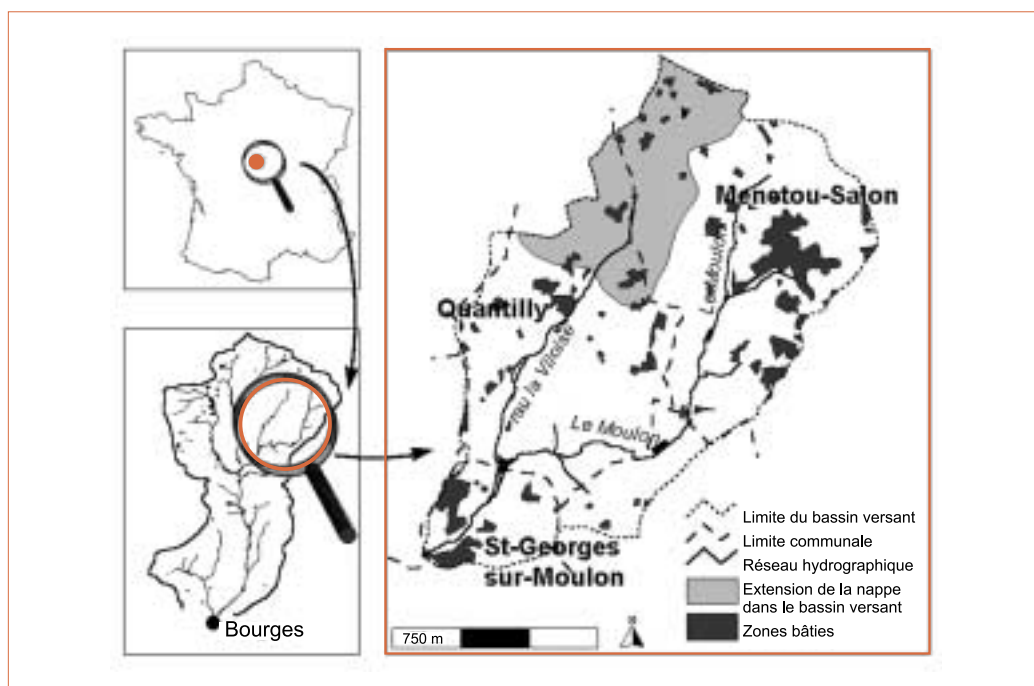


Figure 2. – Situation géographique du bassin versant de Quantilly. ►

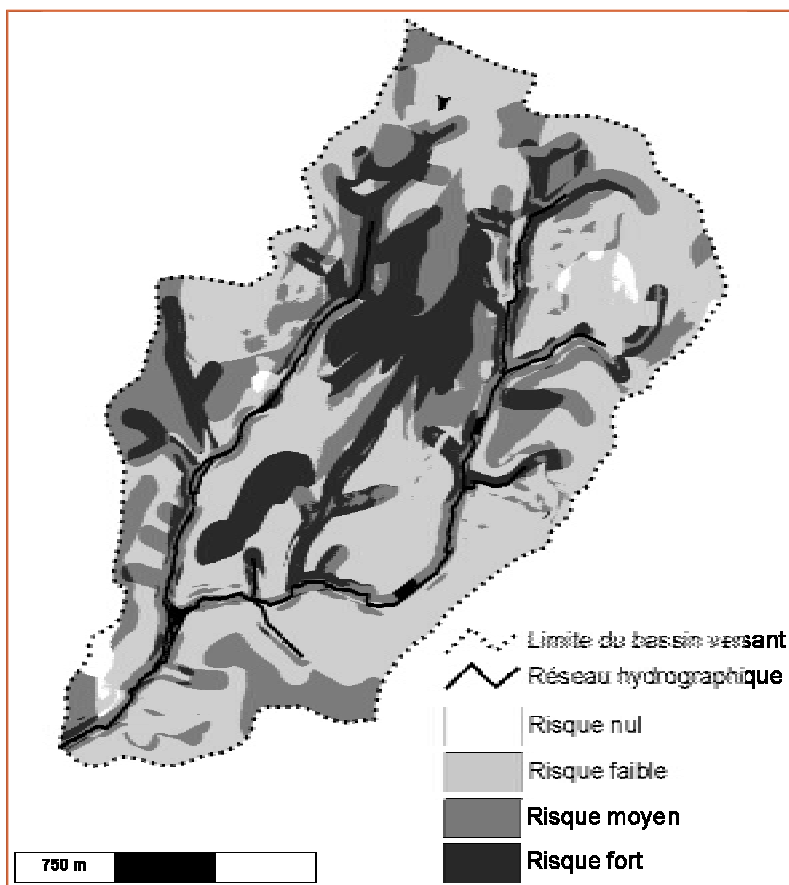
tenant compte que des facteurs du milieu physique. La carte renseigne sur le cumul des facteurs inducteurs du ruissellement. Ce résultat est utile pour définir une typologie des terrains indispensable à la définition de politiques et de préconisations de diminution du risque.

La figure 4 montre les résultats obtenus suite au croisement des zones de genèse et des terrains contrôlés par les haies et les prairies permanentes. La carte produite met en relief les terrains sur lesquels la pollution est effectivement transférée aux eaux superficielles. Cette analyse est utile à l'appréciation des effets des écrans sur la maîtrise du ruissellement en provenance des terrains à risque.

La présence de zones drainées, bien que pouvant constituer un facteur important dans certaines configurations, n'a pas été prise en compte ici, compte tenu de l'absence des données correspon-

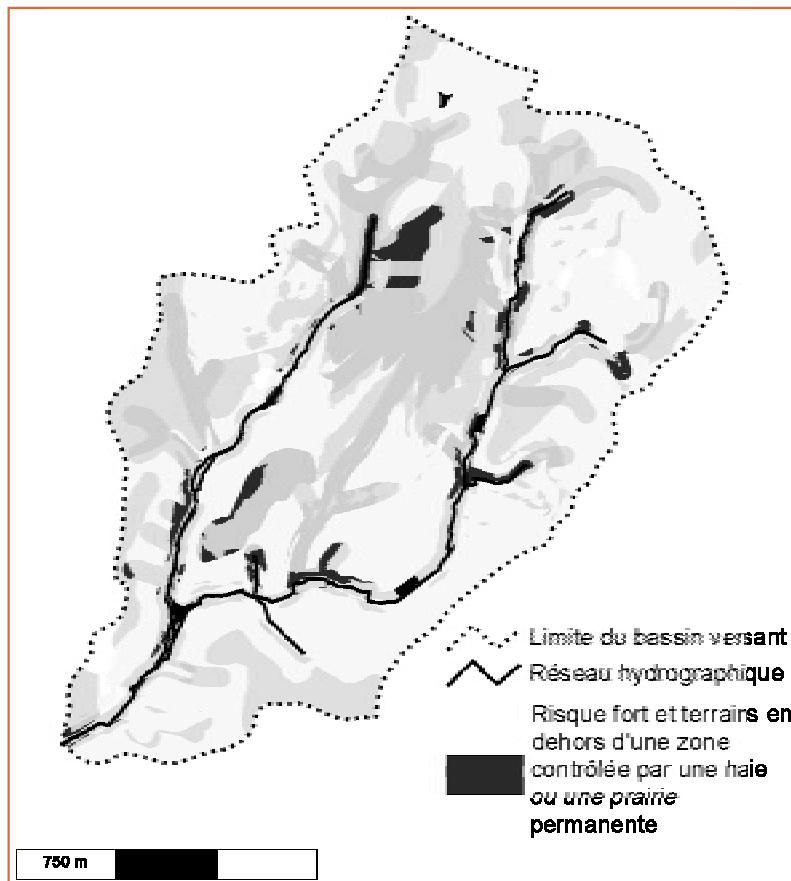
dantes. Toutefois, sur le bassin versant d'application de la méthode, cette présence reste très marginale. Il est cependant possible d'intégrer ce facteur, ce qui impliquera de modifier les différentes notes de pondération.

Les traitements réalisés sur ce secteur sont issus de la combinaison de facteurs qui correspondent à une large gamme de situations de terrains. La méthode a été développée par rapport à un environnement physique et agricole qui correspond à des situations courantes et donc reproductibles. La généralisation de la méthode dépend du cadre d'application dans lequel elle s'inscrit. Ce cadre est défini par l'échelle d'investigation, les données disponibles et les résultats recherchés. L'outil proposé est facilement généralisable à d'autres bassins versants du fait de ses possibilités d'adaptations (prise en compte des eaux superficielles ou



◀ Figure 3. – Cartographie des zones de genèse de la pollution.

Figure. – 4 Cartographie des zones de transfert de la pollution. ►



souterraines, choix des facteurs adaptés à l'échelle de travail, définition illimitée des jeux de pondérations).

Conclusion

Les phénomènes de pollution diffuse sont complexes car répartis dans l'espace et régis par de multiples critères.

L'intégration d'informations sur la géologie, la pédologie, la topographie et l'occupation des sols dans un SIG ouvre de nombreuses perspectives en matière de traitement des données destinées à la gestion des risques de pollution diffuse par les produits phytosanitaires. La superposition et la combinaison des informations géographiques permet de réaliser des zonages des terrains agricoles les plus sensibles à la fuite de produits phytosanitaires. Les traitements SIG effectués sur le

modèle numérique de terrain autorisent la cartographie des zones d'influence des écrans au ruissellement que sont les haies et les surfaces enherbées. Le développement d'une méthode de zonage basée sur une approche SIG conduit à la réalisation d'un outil de compréhension et de gestion du risque de pollution des eaux par les produits phytosanitaires. Cette méthode aide à mieux cibler les actions à envisager. L'utilisation d'un SIG facilite en outre l'actualisation rapide et régulière du thème occupation des sols garantissant ainsi la pérennité de l'outil. La méthode fait cependant apparaître des besoins spécifiques en informations géographiques (localisation des haies, des talus et des fossés, connaissance des parcelles drainées).

La méthode présentée dans les paragraphes précédents peut nécessiter (en fonction de l'échelle de travail ou des résultats recherchés) une expertise des zones à risque conduite sur le terrain, et

d'une vérification, voire calage, par des mesures de la qualité des eaux lors de la conjonction d'événements pouvant générer le risque d'entraînement des matières actives. La méthode permet de constituer un référentiel cartographique (atlas des thèmes intégrés au SIG) accompagné de cartes synthétiques (cartes des zonages et des zones d'influence des écrans) très utiles aux spécialistes pour optimiser leurs expertises.

Cette méthode constitue une approche complémentaire aux différentes démarches de diagnostic et d'analyse du risque parcellaire élaborées par le CORPEN. De nombreuses autres utilisations de l'outil peuvent être envisagées :

– réalisation de simulations selon différents scénarii d'aménagement du territoire en vue de la réduction de l'exposition des ressources aquatiques superficielles. Ces scénarii peuvent correspondre à une réorganisation du réseau de haies ainsi qu'à un aménagement de la localisation des surfaces enherbées. La délimitation des zones d'influence de ces écrans associées aux fonctionnalités de calcul de statistiques spatiales proposées par le SIG donne des indications sur l'efficacité des différents scénarii et constitue un outil de communication intéressant pour présenter aux professionnels agricoles et aux élus les politiques de

correction et de prévention de la pollution ;

– évaluation des coûts des politiques de correction et de prévention de la pollution. L'exploitation des cartes de zonage donne accès à la connaissance des surfaces où existe un risque de pollution. La simulation de différents scénarii d'aménagement du territoire renseigne sur les secteurs où il est important de favoriser l'enherbement ou la réduction du drainage et sur le coût de ces opérations ;

– optimisation de la localisation des stations de prélèvements pour la mesure des concentrations en substances phytosanitaires. La possibilité de connaître la répartition statistique du zonage sur le bassin versant contrôlé par une station de mesure facilite le positionnement optimal des stations. Compte tenu des coûts et des enjeux sanitaires liés aux mesures, l'optimisation de la position (station représentative d'une situation à risques) apparaît comme prioritaire.

L'application sur le terrain concerne ainsi de nombreux acteurs : de l'agriculteur à l'aménageur en passant par les distributeurs et les conseillers. Selon l'échelle d'investigation, le public intéressé et l'unité géographique concernée varient. □

Le CORPEN est 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.

Résumé

La contamination des eaux superficielles et souterraines par les substances phytosanitaires utilisées en agriculture incite les gestionnaires des ressources aquatiques à mettre en place des politiques de reconquête de la qualité des eaux. L'Agence de l'Eau Loire-Bretagne a développé en compagnie du bureau d'études AQUALIS une méthode qui apporte une aide à la définition de stratégies préventives pour la gestion qualitative des eaux superficielles et souterraines. Celle-ci consiste à réaliser un zonage territorial afin de localiser les secteurs à l'origine d'un risque de pollution. Le zonage est réalisé par croisement, à l'aide d'un Système d'Informations Géographiques, des facteurs qui induisent une sensibilité à la mobilisation et à l'entraînement des molécules phytosanitaires utilisées au champ dans la conduite des cultures. Dans le cas de la gestion des eaux superficielles, les cartes de zonage sont complétées par une approche qui identifie l'emprise des terrains contrôlés par les écrans au ruissellement. Ce second volet permet d'évaluer l'incidence possible sur le transfert par ruissellement des pollutions générées sur les zones à risque.

Abstract

The contamination of surface and underground water by phytosanitary substances used in farming induces the administrators of aquatic resources to implement policies for restoring the quality of water. In cooperation with the AQUALIS engineering office, the Loire-Bretagne Water Board has developed a method which provides help in determining preventive strategies for the qualitative management of surface and underground water. This consists of setting up a territorial area in order to localize the sectors responsible for a pollution risk. Zoning is carried out using a Geographic Information System, by crossing factors which lead to sensitivity to the mobilization and entrainment of phytosanitary molecules used in crop management. With respect to surface water management, the zoning maps are completed by an approach which identifies the land-area controlled by runoff barriers. This second part enables one to assess the consequences on the runoff transfer of pollution which is generated in risk-prone areas.

Bibliographie

- BELAMIE, R., CALVET, R. et CHASSIN P., 1997. Les transferts sol-eaux des produits phytosanitaires - *L'eau dans l'espace rural : production végétale et qualité de l'eau*. Éditions INRA.
- BUYS, M., GUYOT, Ch. et BARCIET, F., 1991. Comportement des produits agropharmaceutiques dans le sol. *Phytoma* n°432.
- CAM, C., FROGER, D., MOULIN, J., RASSINEUX, J. et SERVANT, J., 1996. Représentation cartographique de la sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale. *Etude et Gestion des Sols* n°32.
- CORPEN, 1995. Protection des cultures et prévention des risques de pollution des eaux par les produits phytosanitaires utilisés en agriculture : recommandations générales
- CORPEN, 1996. Qualité des eaux et produits phytosanitaires : propositions pour une démarche de diagnostic
- DAROUSSIN, J., 1997. Utilisation d'un système d'information géographique pour modéliser le ruissellement et l'érosion. *L'eau dans l'espace rural : production végétale et qualité de l'eau*. Éditions INRA.
- DIVERRES, R. et GASCUEL, C., 1998. Risque parcellaire de la contamination des eaux superficielles par les produits phytosanitaires et préconisations. Méthode applicable aux bassins versants de BEP II - *Groupe de travail de la commission transfert de la CORPEP*
- GILLET, H., 1998. Pollution des eaux superficielles par les produits phytosanitaires. Colloque SHF Agriculture et Environnement, Paris, 18 et 19 novembre 1998.
- GRIL, J.J., GOUY, V. et CARLUER, C., 1998. Processus de transfert par ruissellement de la parcelle au bassin versant - Colloque SHF Agriculture et Environnement, Paris, 18 et 19 novembre 1998.
- GUYOT, Ch., 1996. À propos des résidus de produits phytosanitaires dans l'environnement. *Adalia* n°33.
- LE BISSONNAIS, Y. et PAPY, F., 1997. Les effets du ruissellement et de l'érosion sur les matières en suspension dans l'eau. *L'eau dans l'espace rural : production végétale et qualité de l'eau* - Éditions INRA.
- LEONARD, R.A., 1990. Movement of pesticides into surface waters. *SSSA Book Series* n°2. Pesticides in the soil environment. p. 303 à 349.
- PEYRE, Y., 1982. L'érosion par l'eau. *Techniques agricoles* n°1385 / 9.
- SEGUIN, P., GUYOT, C. et BARCIET, F., 1994. Cartographie des sols de vignoble de Champagne pour les recommandations de l'emploi de l'aldicarbe. *Phytoma* n°465.