

POLLUTIONS

Qui pollue ?

Parce que les eaux de surface participent à l'alimentation de la nappe, la **qualité de l'eau souterraine est étroitement liée à celle des eaux de surface**. Les activités humaines exercent de nombreuses pressions polluantes d'abord sur les eaux de surface, puis de manière différée sur la nappe.

Qui pollue les eaux de rivières? Eh bien tout le monde ! Voici un passage en revue des principales pressions qu'elles subissent :

- Les pressions domestiques : les stations d'épuration, les systèmes d'assainissement autonome défectueux (puisards) ou mal entretenus voire même l'absence d'assainissement, le ruissellement des eaux pluviales, les dépôts sauvages... Ces rejets augmentent les concentrations des eaux de surface en chlorures, phosphates, ammonium, solvants... Sur les petits cours d'eau, en été, les rejets des stations d'épuration constituent l'essentiel du débit ! Ces rejets ont alors un impact très fort sur la qualité des eaux de surface.

- Les pressions industrielles : l'assainissement industriel, les risques de pollution accidentelles (une vingtaine d'établissements SEVESO dans les secteurs de la chimie, l'exploitation pétrolière, l'agro-alimentaire, l'imprimerie, le traitement de surface), les risques de contamination de la nappe par d'anciens forages pétroliers, l'impact des carrières,....

- Les pressions agricoles : l'utilisation massive d'intrants (engrais, pesticides) et le drainage agricole. Ainsi, plus la proportion de terres agricoles est importante dans le bassin d'alimentation d'un captage, plus les concentrations en nitrates ont tendance à augmenter.

- L'entretien des espaces publics et privés, avec des pesticides.

	ASSAINISSEMENT COLLECTIF ET INDIVIDUEL	COMMUNES	PARTICULIERS	INDUSTRIES	AGRICULTURE	GESTIONNAIRES D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES ET FERROVIAIRES
L	rejets des stations d'épuration	anciennes décharges communales non réhabilitées	rejets sauvages dans le mal nommé « tout-à-l'égout »	dépôts et friches industrielles polluées	traitement chimique des cultures	désherbage chimique des voies ferrées et le long des routes
P	systèmes d'assainissement autonome non conformes	désherbage chimique de la voirie, du cimetière et d'autres espaces communaux	fuite de cuves de fioul domestique	effluents non traités (pollution diffuse)	excédents d'engrais apportés aux cultures	salage des routes
R	rejets d'eaux pluviales non traitées	salage de la voirie	lavage des voitures sur la voirie	exploitation des calcaires (granulats)	rejets d'élevage	dépôts de carburants, de sels.
S	épandage de boues d'épuration et de matières de vidange de fosses septiques		dépôts sauvages, déchets abandonnés dans la nature	mauvaise gestion des eaux pluviales	érosion des sols nus en hiver	
I			désherbage chimique des jardins et des abords de la maison	anciens puits de pétrole	pollution accidentelle lors du rinçage du pulvérisateur, fuites de cuve ...	
O				risques majeurs (établissements SEVESO)		
N	nitrates	chlorures	pesticides	chlorures	nitrates	herbicides
M	matières en suspension	pollution carbonnée (DBO, DCO)	hydrocarbures	pollution organique (sucrierie)	pesticides	chlorures
I	phosphates (lessives)	pesticides	solvants	hydrocarbures (raffineries, garages, stations-service)	matières en suspension	hydrocarbures
L	résidus médicamenteux (dans les urines)			pesticides (agro-alimentaire)	métaux (cuivre, zinc)	
E	hydrocarbures			métaux (manganèse, plomb, cadmium)	phosphates (lisier, purin)	
N	ammoniaque (urée)					
A	bactéries, virus, germes pathogènes					
T	métaux (cuivre, zinc, plomb)					

Nous pouvons tous agir pour limiter la pollution des milieux naturels.

Quels polluants ?

Les pesticides

Les [pesticides](#) sont des produits chimiques utilisés pour empêcher d'agir, détruire ou neutraliser un ravageur, un vecteur de maladie humaine ou animale, une espèce végétale ou animale nocive ou gênante. Initialement utilisés en agriculture où ils sont appelés « [produits phytosanitaires](#) », leur [usage](#) s'est depuis banalisé : entretien des bords de routes, des voies ferrées, des espaces publics, des jardins des particuliers, des plantes d'intérieur, traitement des charpentes... Ils entrent dans la composition de certains shampoings anti-poux, d'insecticides ménagers et de produits antiparasitaires pour animaux domestiques !

En 2008, la France reste le premier consommateur de pesticides européen et le quatrième mondial (derrière les Etats-Unis, le Brésil et le Japon). Avec 78 600 tonnes de matières actives vendues en 2008, l'industrie française des pesticides représente 2 milliards d'euros de chiffre d'affaires, soit près de 5 % du marché mondial évalué à plus de 40 milliards d'euros !

Massivement utilisés durant des décennies, on les retrouve aujourd'hui sous forme de résidus dans les eaux de surfaces (étangs, lacs, ruisseaux, rivières, fleuves ...), dans les nappes d'eau souterraines comme celle du Champigny, dans l'atmosphère, dans l'eau de pluie, dans l'air intérieur de nos habitations !

Cette contamination généralisée de l'environnement participe à la baisse de la biodiversité : effets indirects sur la surmortalité des abeilles, empoisonnement des oiseaux par des graines contaminées, diminution des insectes auxiliaires, fragilisation des œufs, perturbation de la différenciation sexuelle, dérèglements des comportements sociaux et reproductifs, etc.

Certaines molécules actives sont [persistantes](#) dans l'environnement et contaminent par [bioaccumulation](#) l'ensemble des chaînes alimentaires dont le dernier maillon est l'homme.

Les effets sur la santé humaine d'une intoxication aiguë par les pesticides sont aujourd'hui bien connus. Ce qui n'est pas le cas des effets à long terme. L'exposition à certains produits pourrait avoir des effets sur la reproduction et le développement (stérilité, infécondité, malformations congénitales), dans l'apparition de maladies neurodégénératives comme la maladie de Parkinson. La plupart des études épidémiologiques de grandes envergures montrent une sur incidence troublante, couplée parfois d'une surmortalité, de certains cancers (prostate, cerveau, lèvres, du système hématopoïétique) chez les populations les plus vulnérables (enfants et femmes enceintes) ou exposées accidentellement ou chez les utilisateurs professionnels, comme les agriculteurs et leurs familles.

Mais la corrélation directe entre les effets nocifs sur la santé et les pesticides reste difficile à établir de manière irréfutable car les populations sont soumises à divers modes d'exposition (alimentation, vin non issu de l'agriculture biologique, eaux de consommation, atmosphère, air intérieur, sol). Les doses absorbées sont faibles. De plus, les maladies suspectées sont généralement multifactorielles (modes de vie, facteurs génétiques, alimentation, virus, etc.)

Certains pesticides sont reconnus comme « perturbateurs endocriniens » et/ou classés comme « potentiellement cancérigènes pour l'homme » par le Centre international de recherche sur le cancer.

Aux doses rencontrées dans l'eau distribuée, aucune preuve de nocivité pour la santé n'a pour l'instant été démontrée. Mais l'eau de boisson n'est pas la principale source d'exposition humaine aux pesticides. Nous absorbons en permanence via notre alimentation et l'air que nous respirons, un cocktail de molécules actives qui peuvent s'accumuler dans l'organisme (effet cumulatif) et interagir (effet de synergie). Tous ces effets ne sont toujours pas pris en compte dans l'évaluation des pesticides préalablement à leur mise sur le marché.

Les nitrates

Principal composant de l'atmosphère sous forme de diazote, l'azote est indispensable à la croissance des végétaux. A part les légumineuses (pois, lentilles, soja, trèfles, luzerne ...) qui sont capables de fixer directement l'azote atmosphérique grâce à leurs nodosités, les autres plantes assimilent l'azote que les bactéries du sol transforment en ammonium et surtout en nitrates (minéralisation de l'azote).

Dans les conditions normales, l'azote de l'air minéralisé par les micro-organismes du sol retourne dans l'atmosphère : c'est le cycle naturel de l'azote. Mais, **l'homme bouleverse cet équilibre** avec la fertilisation azotée en zones cultivées et avec les stations d'épuration non équipées de processus de dénitrification qui rejettent dans les cours d'eau les nitrates issus de la dégradation de l'azote moléculaire et ammoniacal. Particulièrement solubles dans l'eau et non retenus par le sol, les nitrates sont lessivés et entraînés dans la nappe, en cas d'apports excédentaires d'engrais par rapport aux besoins des plantes et lors de fortes pluies. Lorsque les sols agricoles sont nus en hiver, ce phénomène est accentué.

Associés à d'autres éléments nutritifs comme les phosphates, l'excès de nitrates contribue à la dégradation des milieux naturels et notamment à l'[eutrophisation](#) des eaux de surface (lacs, étangs).

A cause de leur transformation en nitrites dans l'organisme, les nitrates sont potentiellement toxiques. Ils sont particulièrement dangereux pour les nourrissons et les fœtus en raison du risque de [méthémoglobinémie](#). Les nitrites peuvent aussi se combiner avec certains acides aminés, les constituants élémentaires des protéines, pour former des nitrosamines. Or le caractère cancérigène de certaines nitrosamines a été démontré chez l'animal. On les suspecte de favoriser l'apparition de certains cancers chez l'homme : cancers du nasopharynx, de l'œsophage, de l'estomac.

L'eau de consommation représente une voie d'exposition secondaire au regard de l'alimentation. En effet, il suffit par exemple de manger 100 grammes d'épinards pour atteindre la Dose Journalière Admissible (DJA) de 240 mg/jour (pour un adulte de 65 kg). Mais la part de nitrates apportée par l'eau de consommation peut devenir prépondérante en cas de forts dépassements de norme.

Nouveaux polluants

Les nouvelles molécules chimiques mises sur le marché, les substances que l'on sait désormais quantifier dans l'eau ou dont on a récemment mis en évidence la toxicité pour l'environnement constituent des pollutions émergentes. On sait par exemple aujourd'hui que les eaux superficielles contiennent des résidus médicamenteux. Il s'agit soit de médicaments humains rejetés en permanence dans les urines (essentiellement des oestroprogestatifs, des psychotropes et des antibiotiques), soit des médicaments à usage vétérinaire contenus dans les lisiers et autres effluents d'élevage. Sur les 2 000 tonnes d'antibiotiques consommés en France, 1/3 sont directement consommés par l'homme et les 2/3 à usage vétérinaire se retrouvent en partie dans la chaîne alimentaire humaine.

Les stations d'épuration ne sont pas conçues pour abattre ce type de pollution. Difficilement détectables dans les milieux aquatiques car présents à de très faibles concentrations, les résidus médicamenteux ne font pour l'instant l'objet d'aucune réglementation, ni d'aucun contrôle. En 2008, l'équipe scientifique du PIREN-Seine a montré la présence d'antibiotiques dans des effluents domestiques, des effluents d'hôpitaux et dans la Seine. De plus, nos connaissances sur les risques pour l'environnement (féminisation des poissons) et la santé humaine sont encore lacunaires. Pourtant, l'enjeu est de taille, compte tenu de la forte consommation des français en médicaments!

Modes de transfert des pesticides

Les vecteurs de transfert

Différents vecteurs de transfert sont impliqués dans la contamination des eaux par les [pesticides](#). **Le vent et la pluie sont les principaux vecteurs responsables des transferts des pesticides vers les nappes et les rivières.** Les transferts liés au vent sont dus à la dérive des embruns de pulvérisation. Les transferts liés aux précipitations s'expliquent par:

- le ruissellement de surface et l'érosion,
- le ruissellement hypodermique (sous la surface du sol) et les réseaux de [drainage agricole](#),
- l'infiltration en profondeur.

Ces 3 mécanismes interviennent dans le transfert de polluants vers la nappe du Champigny. Par exemple, les herbicides appliqués sur voirie ne peuvent se dégrader sur un sol minéral. Ils sont donc lessivés par la pluie et ce jusqu'à 10 mois après leur application (étude Bretagne Eau pure), puis collectés par les

réseaux d'assainissement (eaux usées et/ou eaux pluviales) ils rejoignent en partie les rivières. En zone agricole drainée, les pesticides épandus en période de drainage actif sont collectés par les réseaux de drainage et transférés rapidement dans les cours d'eau.

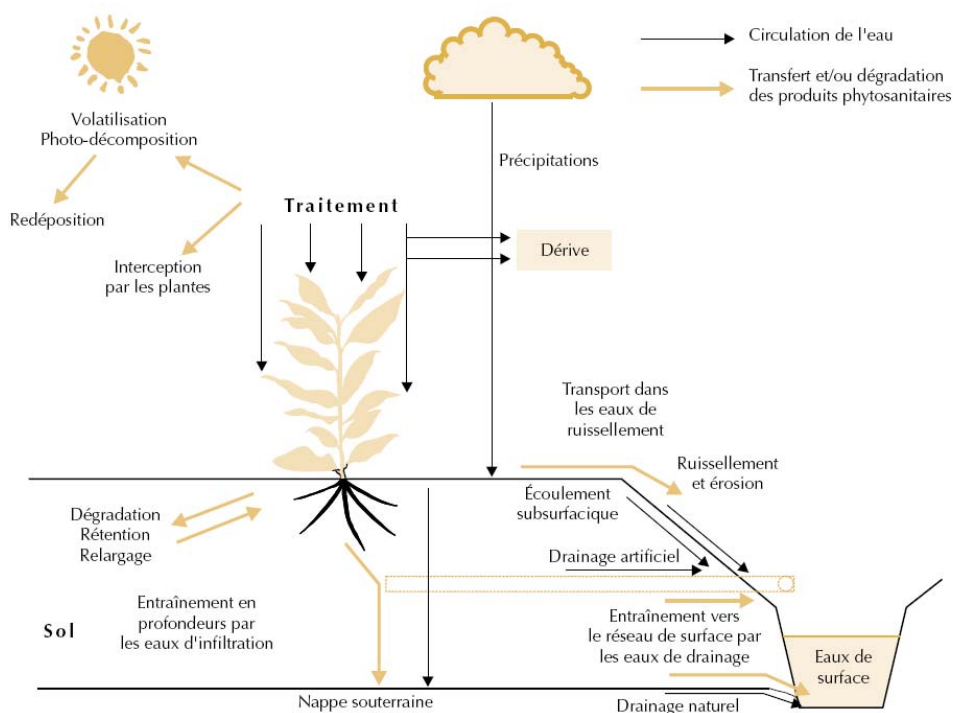


Schéma des flux d'eau et de pesticides à l'échelle de la parcelle agricole drainée (KAO C. et al, 2002, Ingénieries n° 29)

Facteurs de transfert des pesticides

Une fois que les pesticides atteignent le sol, une multitude de mécanismes se développent et conditionnent la dispersion des pesticides vers l'eau, les plantes, le sol, la nappe. Ces mécanismes peuvent être biologiques ou abiotiques :

- Transformation du pesticide en un produit de dégradation, voire disparition du pesticide (métabolisme par les microorganismes, photolyse, catalyse...),
- Rétention du pesticide par les végétaux ou la microflore du sol,
- Création de liaisons chimiques, plus ou moins réversibles, entre les pesticides et les constituants du sol, par un certain nombre de processus physico-chimiques,
- Transport du pesticide et/ou de ses produits de dégradation, par les végétaux ou par la flore, par lixiviation, lessivage ou ruissellement. Cette phase de transport conduit à la contamination des eaux de drainage, des eaux de surface ou des nappes phréatiques.

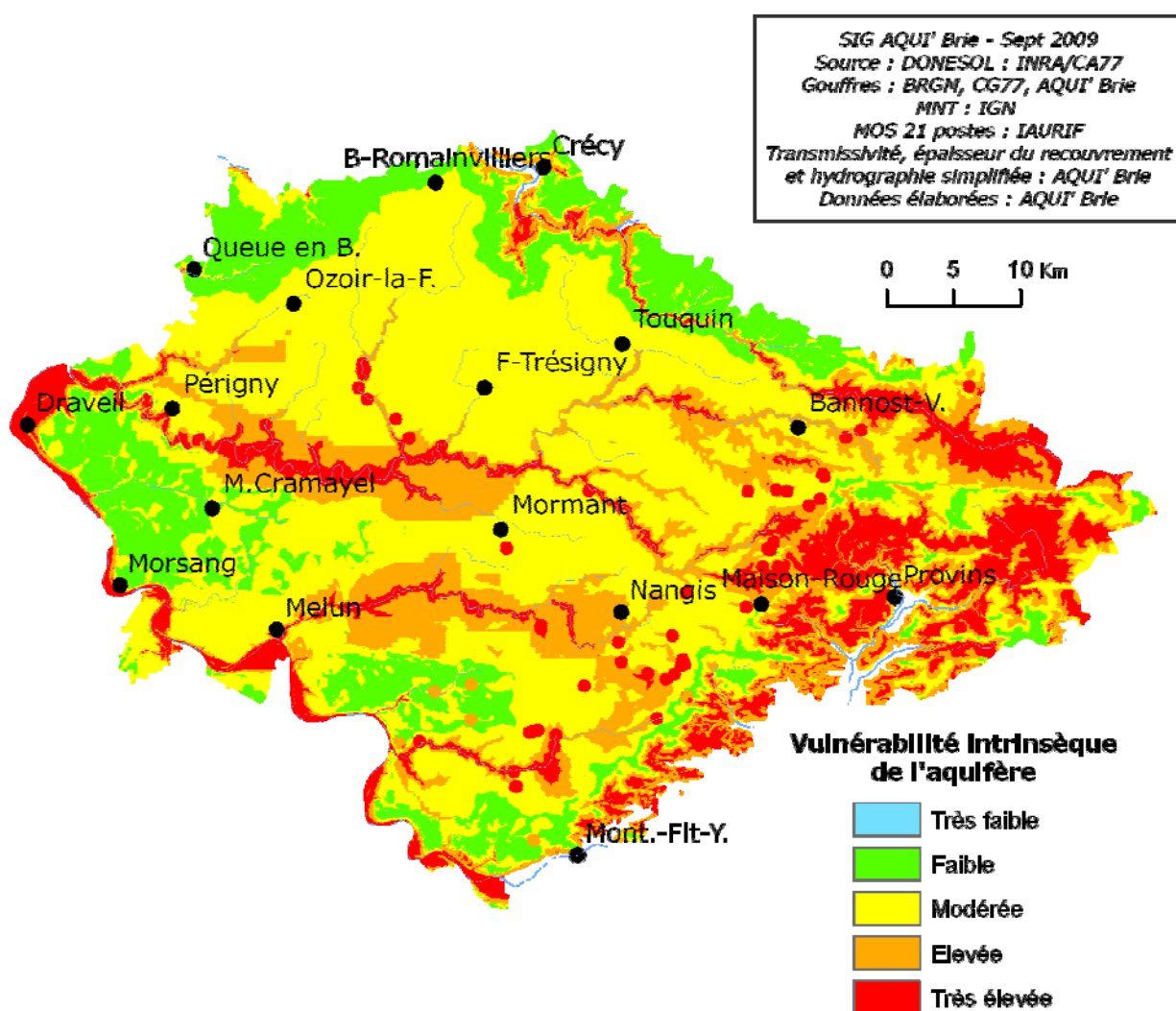
Chaque pesticide va pouvoir se déplacer dans le sol plus ou moins vite, plus ou moins bien. Cela dépend du potentiel de mobilité des pesticides dans le milieu. Celui-ci est caractérisé par les paramètres suivants : solubilité, mobilité dans le sol (K_{oc} ou K_d), persistance dans le milieu (temps de demi-vie), stabilité dans l'eau.

Cependant, le potentiel de mobilité ne suffit pas à expliquer à lui seul le transfert des pesticides dans les eaux. D'autres facteurs participent en grande partie au transfert des pesticides vers les eaux :

- les conditions climatiques pendant et après le traitement (vent, proximité d'un épisode pluvieux significatif proche de l'application, ...),
- les conditions de l'application (quantités apportées, taille des gouttelettes, ...),
- les conditions du milieu (proximité d'un point d'eau, type de sol, ...).

Les liens eaux de surface/eau souterraine

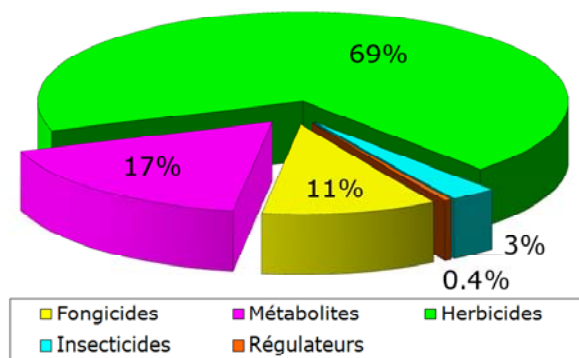
La recharge de la nappe est largement influencée par l'infiltration des eaux superficielles dans la nappe, dans les zones infiltrantes (gouffres, pertes en rivières, secteur où la roche aquifère est peu profonde). Les **bassins versants de surface qui croisent une zone de pertes en rivière constituent des zones à risque**. Une fois dans l'eau, le temps de transfert du pesticide, depuis l'endroit où il a été appliqué jusqu'à l'endroit où il s'infiltré dans la nappe est de quelques jours, pendant lesquels il n'a généralement pas le temps de se dégrader. Sur la carte de [vulnérabilité intrinsèque](#), les pesticides épandus sur les zones en jaune, orange et rouge, représentent un risque à plus ou moins long terme pour la nappe.



Carte de vulnérabilité intrinsèque. Les zones en jaune, orange et rouge sont à risque car connectées à des zones infiltrantes

La DIREN Ile de France (organe régional du ministère de l'environnement) suit depuis 2002 la contamination des cours d'eau de la région francilienne en [pesticides](#). Plus de 300 pesticides sont recherchés régulièrement sur une centaine de cours d'eau. Les données de ce réseau nommé Phyt'eaux propres font l'objet, chaque année, d'un rapport régional mis en ligne sur le site de la DIREN Ile De France.

Faisons un zoom sur les 22 stations Phyt'Eaux Propres situées sur le territoire d'AQUI' Brie. Il y a eu 25 campagnes menées entre septembre 2002 et décembre 2007, soit 114 000 recherches de pesticides ! 57 % des recherches concernent des herbicides. Et c'est ce qu'on retrouve le plus, avec plus de 4 300 quantifications d'herbicides en 5 ans. Les [métabolites](#) sont relativement peu recherchés (5,5 % des recherches), mais sont beaucoup quantifiés (17 % de ce qui est quantifié). Il s'agit toujours de métabolites d'herbicides. Viennent ensuite les fongicides (24 % des recherches, et 11% des quantifications), les insecticides (12 % des recherches et 3 % des quantifications) et les régulateurs de croissance des cultures (2% des recherches et 0,4 % des quantifications).



Le type des pesticides retrouvés dans les eaux de surface (22 stations du réseau Phyt'Eaux Propres Ile-de-France)

Sur ces 5 années de suivi, **133 pesticides ont été retrouvés, au moins une fois, dans les eaux de surface !** 6 sont fréquemment retrouvés :

- l'AMPA (produit de dégradation du glyphosate) est quantifié dans 87% des prélèvements, avec une concentration moyenne de 1,12 µg/l !
- le glyphosate est quantifié dans 65 % des prélèvements, avec une concentration moyenne de 0,63 µg/l
- L'atrazine et son produit de dégradation la déséthylatrazine sont quantifiées sur 90% des prélèvements, mais désormais à faible concentration, inférieure à 0,1 µg/l en moyenne,
- Citons encore le diuron quantifié dans 67 % des échantillons, avec une concentration moyenne de 0,26 µg/l et l'isoproturon quantifié dans 51 % des échantillons, avec une concentration moyenne de 0,5 µg/l.

Parmi ces pesticides, l'isoproturon est utilisé uniquement en zone agricole, et le diuron uniquement en zone non agricole. Les 4 autres sont utilisés par tout le monde. L'atrazine est interdite depuis 2003. Elle continue à contaminer l'environnement, mais sa concentration est en baisse.

Si l'atrazine contamine depuis de nombreuses années la nappe, les autres pesticides y sont retrouvés pour l'instant de façon ponctuelle. **Mais ce n'est qu'une question de temps pour que l'on retrouve dans les eaux souterraines, les substances qui polluent les eaux de surface.**