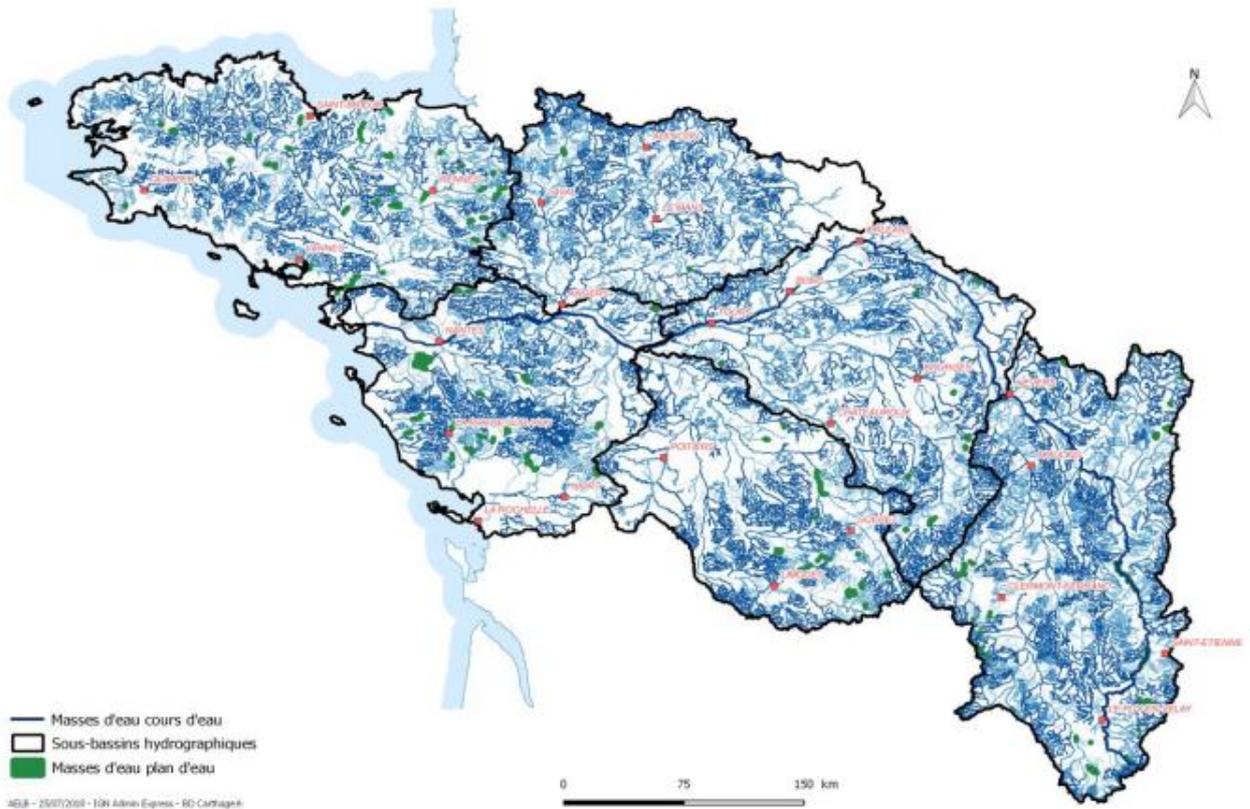




INVENTAIRE DES EMISSIONS, PERTES ET REJETS DE MICROPOLLUANTS VERS LES EAUX DE SURFACE DU BASSIN LOIRE-BRETAGNE



Magali Barnier – Xavier Bourrain
Direction Evaluation et Planification
Août 2020

SOMMAIRE

CONTEXTE	4
GRANDS PRINCIPES.....	5
Démarche générale :	5
Les voies d'apports de micropolluants :.....	6
Les substances prises en compte :	7
Période de référence :	7
METHODE ET DONNEES UTILISEES	8
SOURCES PONCTUELLES :	8
Stations d'épuration des collectivités (P8) :	8
Eaux usées des ménages non raccordés (P9) :	9
Industries non raccordées (P10) :	10
SOURCES DIRECTES	11
Ruissellement des surfaces imperméabilisées (P6) :	11
Rejets des déversoirs d'orage et des eaux pluviales des systèmes séparatifs (P7) :	11
Emissions directes des mines abandonnées (P11) :	12
SOURCES DIFFUSES	14
Retombées atmosphériques (P1) :	14
Emissions en domaine agricole (P2, P3 et P5) : phytopharmaceutiques et éléments traces métalliques	14
Fond géochimique (P13) :	26
COMPARTIMENTS SEDIMENTS ET BIOTE	26
LES RESULTATS	27
SOURCES PONCTUELLES :	27
Stations d'épuration des collectivités (P8) :	27
Eaux usées des ménages non raccordés (P9) :	29
Industries non raccordées (P10)	30
SOURCES DIRECTES	33
Ruissellement des surfaces imperméabilisées (P6)	33
Rejets des déversoirs d'orage et des eaux pluviales des systèmes séparatifs (P7)	34
Emissions directes des mines abandonnées (P11) :	35
SOURCES DIFFUSES	39
Retombées atmosphériques (P1) :	39
Emissions en domaine agricole (P2, P3 et P5) :	40
Fond géochimique (P13) :	47
COMPARTIMENTS SEDIMENTS ET BIOTE :	48
Les sédiments :	48

Le biote :	55
Bilan des investigations conduites à ce jour :	56
ANALYSE	58
Les plus gros flux émis :	58
Les plus gros flux toxiques :	59
Comparaison avec l'inventaire du SDAGE 2015-2021 :	60
Les objectifs de réduction :	61
Le bilan des aides – domaine industriel et artisanal :	61
Conclusion	62
ANNEXES	64
ANNEXE 1 : Médianes utilisées pour l'extrapolation des flux rejetés par les step urbaines	64
ANNEXE 2 : Estimation des volumes de ruissellement sur les surfaces imperméabilisées	67
ANNEXE 3 : Facteurs dont dépend le transfert des pesticides vers les eaux de surface mis en évidence à l'échelle parcellaire	70
ANNEXE 4 : Flux émis par les stations d'épuration de collectivités (P8)	71
ANNEXE 5 : Flux émis par les ménages non (ou mal) raccordés (P9)	73
ANNEXE 6 : Flux émis par les industries hors centrales nucléaires (P10)	74
ANNEXE 6 bis : Flux émis par les industries avec la contribution des centrales nucléaires pour 4 éléments métalliques (P10)	77
ANNEXE 7 : Ruissellement des surfaces imperméabilisées (P6)	78
ANNEXE 8 : Déversements des réseaux en temps de pluie (P7)	79
ANNEXE 9 : Flux émis par les retombées atmosphériques (P1)	80
ANNEXE 10 : Flux émis par le ruissellement depuis les terres perméables (agricoles) pour les phytosanitaires (P3)	81
ANNEXE 10 bis : Flux émis par le ruissellement depuis les terres perméables (agricoles) pour les éléments traces métalliques (P3).....	87
ANNEXE 11 : Émissions par drainage (P3).....	88
ANNEXE 12 : Émissions par érosion (P2)	89
ANNEXE 13 : émissions par dérives de pulvérisation (P5)	90
ANNEXE 14 : Arrêtés préfectoraux	100
ANNEXE 15 : Bilan des aides pour la réduction des micropolluants - volet industries - période 2013-2018	103

CONTEXTE

En vue d'obtenir le bon état chimique des eaux de surface, la Directive 2008/105/CE a défini les normes de qualité environnementale à respecter, correspondant à des seuils de concentration à ne pas dépasser dans les milieux aquatiques afin de protéger la vie aquatique ainsi que la santé humaine, complétées et révisées par la Directive 2013/39/UE.

Dans son article 5, cette Directive dite « NQE » prévoit que les Etats membres dressent un inventaire des émissions, rejets et des pertes de toutes les substances prioritaires et de tous les polluants visés à son annexe I pour chaque district hydrographique. Ces inventaires doivent être publiés dans les plans de gestion des Etats membres et être rapportés à la commission européenne afin de juger des progrès réalisés pour ce qui est du respect des objectifs de réduction ou d'arrêt progressif prévus à l'article 4, paragraphe 1, point a) iv), de la directive 2000/60/CE.

Pour la France, la note de cadrage du 20 octobre 2017¹ du Ministère en charge de l'environnement indique que la réalisation des inventaires doit pouvoir contribuer à :

- évaluer l'efficacité des programmes de mesures sur les objectifs de réduction étendus aux substances de l'état chimique et polluants spécifiques de l'état écologique,
- fixer et mettre en œuvre des objectifs de réduction ciblés (par l'identification des principales sources ou voies de transfert et de leurs parts respectives),
- identifier le manque de connaissance et le besoin de mettre en œuvre d'autres stratégies ou réglementations,
- estimer si et dans quelle mesure les concentrations en micropolluants dans le milieu ont une origine naturelle (fond géochimique) ou sont causées par les processus de transports à long terme.

Ainsi l'inventaire doit-être un outil permettant à la fois de quantifier les flux totaux atteignant les eaux de surface et rapportés à l'Europe, mais également, de distinguer les contributions des différentes sources et voies de transferts vers les eaux, de manière à cibler les mesures de gestion appropriées et concourir ainsi à l'atteinte des objectifs de réduction d'émissions de substances.

¹ NT du 20 octobre 2017 relative à la réalisation de l'inventaire des émissions de substances dangereuses dans le cadre de la mise à jour des états des lieux et de la rédaction des SDAGE pour le troisième cycle de la Directive cadre sur l'eau.

GRANDS PRINCIPES

Démarche générale :

La méthode de calcul appliquée est celle décrite dans le guide national ² et selon les orientations du ministère en charge de l'environnement. Elle prend en compte les différentes voies d'apport définies au niveau européen (ponctuelles ou diffuses) et consiste à évaluer pour chacune d'elle des flux à partir de données mesurées ou d'estimations.

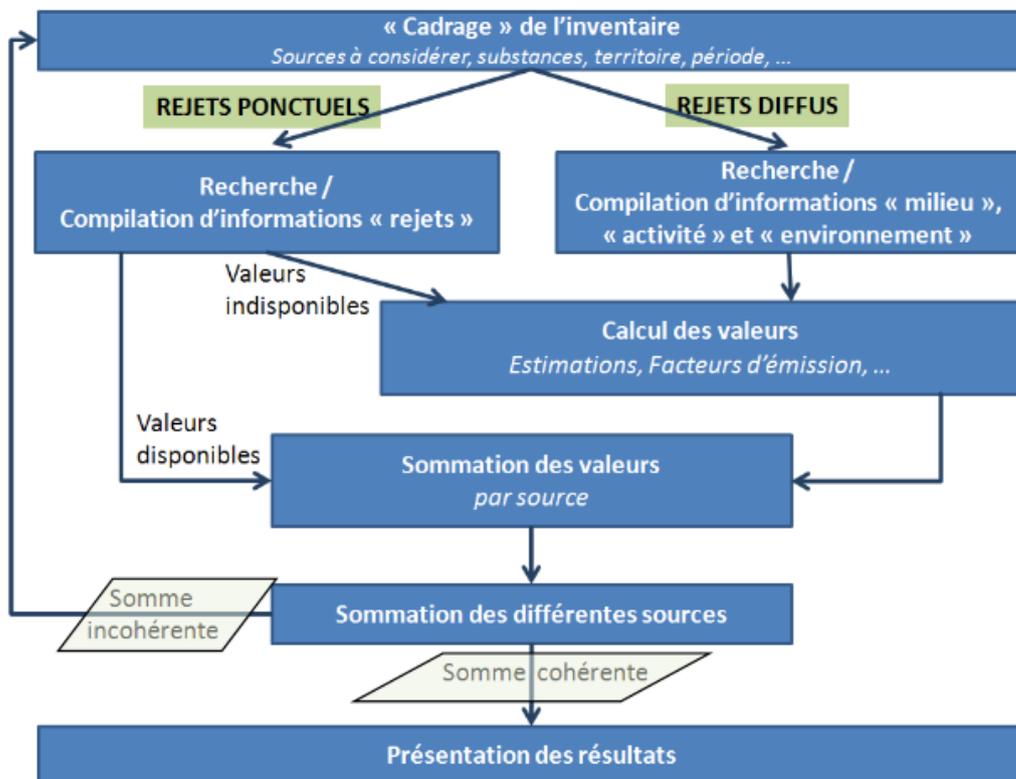


Figure n°1 : Logigramme de l'inventaire (guide national juin 2017 – INERIS)

² Guide pour l'inventaire des émissions, rejets et pertes de micropolluants vers les eaux de surface – édition juin 2017 – INERIS - DRC – 17 – 136877-04137A.

Les voies d'apports de micropolluants :

Sont à considérer l'ensemble des apports environnementaux pertinents en micropolluants susceptibles d'atteindre les eaux de surface, autrement dit aussi bien les sources ponctuelles que diffuses, qu'elles soient d'origine naturelle ou anthropique.

Ainsi le guide de la Commission européenne ³ a défini en 2012 **treize principales voies d'apports de micropolluants** :

- P1 : Les retombées atmosphériques directes sur les eaux de surface,
- P2 : L'érosion,
- P3 : Le ruissellement depuis les terres perméables (non imperméabilisées),
- P4 : Les eaux souterraines,
- P5 : Les émissions directes de l'agriculture et dérivées de pulvérisation;
- P6 : Le ruissellement depuis les surfaces imperméabilisées,
- P7 : Les déversoirs d'orage et eaux pluviales du système séparatif,
- P8 : Les stations de traitement des eaux usées collectives,
- P9 : Les eaux usées des ménages non raccordés,
- P10 : Les émissions industrielles,
- P11 : Les émissions directes de mines abandonnées (les sites miniers en activité sont traités comme des émissions industrielles),
- P12 : Les émissions directes de la navigation intérieure / fluviale (y compris les matériaux de construction des voies navigables),
- P13 : Le fond géochimique.

Cependant compte tenu des délais et de la difficulté de quantifier l'ensemble de ces apports, le premier inventaire (2013) du bassin Loire-Bretagne s'est attaché à évaluer principalement trois sources d'apports :

- les émissions industrielles (P10),
- les émissions des stations de traitement des eaux usées de collectivités (P8),
- le ruissellement depuis les terres perméables (agricoles) (P3).

Pour cet exercice, la note de cadrage du Ministère précitée précise que les **sources de pollution à estimer en priorité sont les pollutions d'origine urbaine, industrielle et agricole « importantes », ponctuelles ou diffuses**. La méthode nationale simplifiée d'inventaire développée dans le guide INERIS vise pour cet exercice 9 types de voies d'apport dont les 3 précédemment citées plus les suivantes :

- les retombées atmosphériques (P1),
- les émissions directes de l'agriculture et dérive de pulvérisation (P5),
- le ruissellement depuis les surfaces imperméabilisées (P6),
- les déversoirs d'orage et eaux pluviales des systèmes séparatifs (P7),
- les eaux usées des ménages non raccordés (P9),
- les émissions directes de la navigation intérieure / fluviale (y compris les matériaux de construction des voies navigables) (P12).

La note précise également que **d'autres voies d'apport présentant un intérêt local peuvent être évaluées comme par exemple, les apports ponctuels liés à des pollutions historiques, permettant de relativiser les autres apports**, en l'occurrence pour le bassin Loire-Bretagne, les émissions directes de mines abandonnées (P11) ainsi que le fond géochimique (P13).

Par ailleurs, selon la définition de la Directive européenne, doivent être également consignées dans les inventaires, si pertinentes, les concentrations mesurées dans les sédiments et le biote.

³ Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) – Technical report 2012 – 058 - Guidance document No 28 : technical guidance on the preparation of an inventory of emissions, discharges and losses of priority and non-priority hazardous substances.

Enfin, la note de cadrage du ministère insiste sur le fait de privilégier les émissions **pour lesquelles des données sont disponibles et fiables ainsi que les données issues de mesures réelles**. Les données issues d'estimations sont limitées. **Il en résulte que ces inventaires sont par construction partiels.**

En résumé, pour le bassin Loire-Bretagne, cet inventaire vise à :

- compléter ce qui n'avait pu être fait lors du précédent inventaire, à savoir prise en compte des voies d'apport P6 et P7,
- intégrer les données disponibles des voies d'apport P1, P5, et P9,
- avoir une vision plus globale, même qualitative, des émissions potentielles (concentrations sédiments et biote, P11 et P13), permettant de :
 - o relativiser les sources d'apport les unes par rapport aux autres,
 - o fournir des éléments à la stratégie de réduction à adopter pour la Direction de la Politique des Interventions de l'agence,
 - o dégager des perspectives pour orienter à la fois le programme de surveillance 2002-2027 et la stratégie micropolluant de la Direction de la Planification et de l'Evaluation.

Les substances prises en compte :

La note de cadrage du Ministère précise que l'inventaire doit porter sur :

- les 53 substances ou familles de substances caractérisant l'état chimique des eaux de manière à répondre à l'exigence européenne,
- l'ensemble des polluants spécifiques de l'état écologique listés dans l'arrêté du 7 août 2015, **y compris ceux ne figurant pas dans leur liste bassin, à l'exception des polluants surveillés uniquement dans les DOM** (chlordécone) soit 30 substances, pour contribuer à répondre aux objectifs nationaux de réduction des émissions de ces substances,
- les substances identifiées comme pertinentes à l'échelle des bassins et pour lesquelles des objectifs de réduction ont été fixés dans les SDAGE, le cas échéant.

Pour le bassin Loire-Bretagne toutes les substances pour lesquelles des résultats de mesures sont disponibles ont également été prises en compte, soit 180 paramètres.

Période de référence :

Le Ministère a fixé l'année de référence à 2016 compte tenu du délai nécessaire à la préparation de l'exercice et de la mise à disposition des données. Toutefois, toutes les données permettant de dessiner une image cohérente de l'année 2016 doivent être utilisées, dans la mesure où il est possible de justifier qu'elles sont représentatives des émissions de 2016. Le choix des données devra être justifié par jugement d'expert et renseigné dans l'inventaire.

Pour les phytopharmaceutiques, des moyennes d'émissions sur 3 ans (2015, 2016 et 2017 ou à défaut 2014, 2015 et 2016) peuvent être utilisées pour prendre en compte les variations climatiques ou de pression parasitaire. Sur ces bases, le bassin Loire-Bretagne a opté pour cette possibilité et pris en compte les années 2015 à 2017.

METHODE ET DONNEES UTILISEES

SOURCES PONCTUELLES :

Les sources ponctuelles comprennent les rejets de stations de traitement des eaux usées urbaines (STEU) et les industries non raccordées à un réseau de collecte des eaux usées urbaines.

Stations d'épuration des collectivités (P8) :

L'évaluation des émissions issues des STEU repose sur deux types de données :

- les données mesurées pour les stations d'épuration ayant fait l'objet de campagnes de mesures (RSDE), à savoir les ouvrages supérieurs à 10 000 EH selon la circulaire du 29/09/2010⁴ et la note technique du 12/08/2016⁵, pour autant qu'elles soient accessibles,
- les données estimées pour les autres ouvrages.

Modalités :

Le tableau n°1 reprend les recommandations du Ministère par classe de capacité des dispositifs épuratoires :

> 100 000 EH	> 10 000 EH	> 5 000 EH	< 5 000 EH
Données issues de BDREP ⁶ si disponibles	Campagne RSDE STEU la plus récente	Flux extrapolés en attribuant aux volumes d'eau rejetés par les STEU les concentrations médianes observées	A négliger si représente moins de 10 % de la charge totale traitée

Tableau n°1 : Recommandations du MTES – évaluation de la voie d'apport P8

Pour le bassin Loire-Bretagne, la répartition du parc de stations d'épuration collectivité décrite dans le tableau n°2 impose donc d'estimer les flux pour l'ensemble des ouvrages du bassin.

	Plus de 100 000 EH	10 000 EH – 100 000 EH	5 000 EH – 10 000 EH	Moins de 5 000 EH	Total
Nombre ouvrages	29	251	276	7 205	7761
% Parc total bassin	0.4	3.2	3.6	92.8	
Charge totale traitée DBO₅ Kg/j	208 066	178 803	46 178	122 516	555 563
% Charge totale bassin	37.5	32.2	8.3	22	

Tableau n°2 : Répartition du parc de stations d'épuration collectivités du bassin Loire-Bretagne

⁴ Circulaire du 29 septembre 2010 relative à la surveillance de la présence de micropolluants dans les eaux rejetées au milieu naturel par les stations de traitement des eaux usées.

⁵ Note technique du 12 août 2016 relative à la recherche de micropolluants dans les eaux brutes et dans les eaux usées traitées de stations de traitement des eaux usées et à leur réduction.

⁶ Base de données du registre des émissions polluantes recensant les principaux rejets et transferts de polluants dans l'eau, l'air, les déchets déclarés pour certains établissements, à savoir les principales installations industrielles, les stations d'épuration de plus de 100 000 EH et certains élevages selon l'arrêté du 31/01/2008. 150 polluants (indicateurs globaux, substances ou famille de substances sont visés par cette déclaration obligatoire au-delà de certains seuils.

Les données réellement utilisées :

Concernant la base de données BDREP, il s'avère que pour les paramètres micropolluants, les données ne sont que très peu remplies, n'en permettant pas une réelle exploitation. Il faut donc se reporter aux campagnes RSDE. Concernant ces dernières, la campagne la plus récente est celle réalisée à partir de 2018 au regard de la NT du 12/08/2016.

Par ailleurs, sur le bassin Loire-Bretagne, l'agence de l'eau et la Dreal ont demandé en complément la réalisation d'analyses de micropolluants dans les boues en application de la disposition 5 B-2 du SDAGE 2016-2021. Cela a nécessité l'élaboration d'un guide de recommandations correspondant, décalant de fait la réalisation des campagnes de mesure.

Ainsi, en mars 2020, seuls 127 ouvrages, sur les 280 potentiellement concernés ont fait l'objet d'une demande d'aide auprès de l'agence de l'eau et moins d'une dizaine de résultats correspondants ont été reçus. La campagne 2018 est donc inexploitable à ce stade et ce sont donc les résultats de la campagne précédente (2011-2012) qui sont utilisés.

Or, pour le bassin Loire-Bretagne, ces résultats n'ont pas été spécifiquement bancarisés et seuls quelques résultats partiels ont été récupérés pour environ 70 ouvrages. Ces données ont été néanmoins complétées de quelques résultats d'autosurveillance relatifs aux rejets significatifs pour les années 2013 et 2014 ; le dispositif ayant été mis en suspens en 2015 dans l'attente de la nouvelle NT de 2016.

Cela a permis d'aboutir à des résultats pour 114 ouvrages seulement. Pour tous les autres ouvrages, et quel que soit leur taille, l'évaluation des flux est donc réalisée par extrapolation à partir des concentrations médianes observées (cf. annexe 1) selon les recommandations relatives aux stations d'épuration de plus de 5 000 EH.

Eaux usées des ménages non raccordés (P9) :

Pour le bassin Loire-Bretagne, **les systèmes de collecte non associés à un traitement ne sont pas connus faute d'inventaire précis. De ce fait, c'est la méthode nationale d'estimation qui est appliquée** selon la formule :

$$MP9(X)=2,25x Lrne * Rejetpp(X) * FT$$

Avec :

- MP9(X) : la masse de la substance X émise par les ménages non raccordés(en kg).
- 2,25 : le nombre moyen de personnes occupant un logement,
- Lrne : le nombre de logements raccordés à un système de collecte mais dont les eaux ne sont pas épurées,
- Rejetpp(X) : les émissions en substance X par personne via les eaux domestiques usées (en kg par personne et par an) selon la bibliographie fournie issue de Eme et Boutin (2015) et Boisson et al.(2017),
- FT : le facteur de transfert (par défaut, FT =0,7941 pour l'estimation de la valeur basse et FT=1 pour la valeur maximale).

Le bassin Loire-Bretagne couvrant tout ou partie de 10 anciennes régions, des ratios de population sont appliqués pour évaluer la population réellement concernée du bassin.

La bibliographie fournie par le guide national permet ainsi d'évaluer des flux annuels rejetés par les logements raccordés à un réseau mais dont les effluents ne sont pas traités pour seize paramètres dont les sept métaux.

Industries non raccordées (P10) :

Tout comme pour les émissions issues des STEU, celles issues des industries non raccordées à un réseau d'eaux usées urbaines comprennent deux types de données :

- les données mesurées bancarisées dans différentes bases de données,
- les données estimées.

L'utilisation de différentes bases de données représente une difficulté complémentaire. En effet les différents référentiels sources de données ne fournissent pas le même type d'information (flux annuel ou journalier par exemple) ni n'utilisent les mêmes codes polluants, nécessitant un retraitement des données pour pouvoir établir les correspondances ; alors même qu'il existe un Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau (SANDRE).

Modalités :

Le tableau n°3 reprend les recommandations du Ministère par ordre de priorité et la prise en compte sur le bassin Loire-Bretagne :

Recommandations par ordre de priorité	Réalisé
Données issues du registre national des émissions polluantes et de la surveillance pérenne post RSDE – 2 (BDREP)	Utilisé quand disponible (années 2015 à 2017)
Données issues de l'autosurveillance des émissions des installations classées pour la protection de l'environnement (GIDAF ⁷)	Non utilisé : extractions en masse impossible à réaliser par l'agence de l'eau. Refus de la DGPR de les fournir malgré la sollicitation du Préfet coordonnateur de bassin.
Données recueillies dans le cadre de la redevance	Non utilisé : trop peu de résultats et 16 paramètres seulement visés.
Données issues de la campagne nationale de mesure RSDE 2 pour les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)	Utilisé pour compléter les données non disponibles de BDREP.
Equations d'émissions développées spécifiquement par l'INERIS pour cet exercice	Non utilisé : trop peu d'équations disposent d'un coefficient de corrélation suffisamment robuste et ces équations étant définies par couple activité/substance, le travail correspondant est très chronophage.

Tableau n°3 : Recommandations du MTES pour l'évaluation de la voie d'apport P10 (industries)

Compilation des données :

La base de données GEREP permet d'identifier 350 sites émetteurs de micropolluants sur la période 2015-2017 alors que la campagne 2009-2013 RSDE en avait identifié près d'un millier. La suppression de l'ensemble de ces rejets n'étant pas probable, cette liste d'industriels a été complétée par les établissements en activité connus auprès de l'Agence (service redevance) ainsi que par les sites de traitement des déchets identifiés lors de la campagne RSDE.

Sur les 1398 sites ainsi recensés, 581 émettraient des micropolluants, hors centrales nucléaires pour lesquelles l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) a fourni les données de la campagne RSDE fin 2014. Par ailleurs, compte tenu des incertitudes trop fortes associées aux équations d'émissions développées par l'INERIS, il est décidé de ne considérer que les rejets disposant de mesures pour les industries non raccordées.

⁷ GIDAF : Gestion Informatisée des Données d'Autosurveillance Fréquente. Il s'agit d'un outil permettant aux exploitants, soumis à une autosurveillance des émissions au regard des caractéristiques de leurs rejets, de déclarer en ligne et transmettre ses résultats d'analyses à l'Inspection des Installations classées et aux Agences de l'eau.

SOURCES DIRECTES

Ruissellement des surfaces imperméabilisées (P6) :

La note du Ministère indique que, par simplification, le ruissellement des surfaces imperméabilisées est exclusivement localisé en zone urbaine et routière. Une autre voie d'émission (P7) intègre les apports dus aux rejets des déversoirs d'orage et des eaux pluviales des systèmes séparatifs. Il est donc nécessaire d'éviter les doubles comptes entre ces deux voies.

Pour le ruissellement urbain par temps de pluie, le guide national propose d'évaluer une fourchette de valeurs pour une trentaine de substances.

Le scénario majorant propose d'évaluer le volume d'eaux de ruissellement à partir de la détermination des hauteurs brutes de pluie et d'une surface active d'un territoire donné basée sur les classes d'occupation des sols Corin Land Cover. Le scénario minorant considère quant à lui que toutes les eaux de ruissellement produites par les zones urbaines sont collectées par les réseaux unitaires. Or, la voie d'émission P7 englobe ces dernières.

La répartition des flux entre les deux voies peut donc se faire de différentes façons. Pour le présent inventaire, le bassin Loire-Bretagne a opté pour le découpage suivant :

- les rejets d'eaux pluviales dus au ruissellement sur les surfaces imperméabilisées situées en zone urbaine qui rejoignent les réseaux séparatifs stricts ou directement le milieu naturel,
- les rejets dus aux trop-pleins des réseaux séparatifs des eaux usées ou aux déversoirs d'orage des réseaux unitaires.

Les premiers correspondent à une estimation du scénario majorant décrit dans le guide national pour la voie P6. Les autres sont imputés à la voie d'émission P7 correspondant aux rejets issus des réseaux collectifs par temps de pluie quel que soit leur typologie ce qui correspond au scénario minorant décrit dans le guide national. Il ne faudra donc pas les cumuler.

Par soucis de cohérence avec l'évaluation des rejets de macropolluants par temps de pluie, ceux en micropolluants sont évalués à partir des mêmes volumes estimés (selon la méthode décrite en annexe 2) **auxquels sont imputées les concentrations de la bibliographie issues du guide national pour 17 substances.**

La part de rejets liée au ruissellement autoroutier par temps de pluie n'a quant à elle pas pu être évaluée, les différents éléments nécessaires au calcul, en particulier le trafic global journalier du bassin en véhicules, n'ont pas été déterminés.

Rejets des déversoirs d'orage et des eaux pluviales des systèmes séparatifs (P7) :

La note du Ministère rappelle que, strictement parlant, les émissions de substances depuis les déversoirs d'orage (DO) et les émissaires du système séparatif ne devraient pas être considérées comme émissions diffuses mais plutôt comme des émissions ponctuelles du fait de la possibilité théorique de recensement de chacun des ouvrages concernés. Néanmoins, il est apparu hors de portée de réaliser ces recensements dans le cadre de la réalisation des inventaires : les émissions issues de ces ouvrages sont donc considérées comme « pseudo-diffuses ».

La méthode nationale appliquée par d'autres agences dans le précédent inventaire a montré une très forte surestimation des flux. De fait, pour le présent exercice, **cette voie d'émission intègre les seuls volumes déversés connus. Cela représente pour le bassin Loire-Bretagne 1 087 ouvrages équipés correspondants à 657 déversements réels auxquels sont imputées les concentrations de la bibliographie issues du guide national pour une vingtaine ou trentaine de substances selon la nature du réseau (unitaire, séparatif ou mixte).** Pour les réseaux qualifiés de mixte, les concentrations appliqués sont celles des dispositifs qualifiés de séparatifs pour la moitié du les volumes déversés et celles des dispositifs qualifiés d'unitaires pour l'autre moitié.

Les déversements ainsi évalués sont de fait sous-estimés puisque n'intégrant que les ouvrages équipés à ce jour. Cependant, utilisées avant de pouvoir envisager une extrapolation des calculs des volumes déversés, les résultats obtenus seraient à confirmer par des mesures de concentrations pour valider les valeurs utilisées.

Emissions directes des mines abandonnées (P11) :

En France métropolitaine, la dernière mine de fer a fermé en 1995 et celle d'uranium en 2001. L'exploitation aux Potasses d'Alsace a cessé quant à elle en 2003 et la dernière taille de charbon s'est arrêtée en 2004.

La fermeture des anciennes exploitations minières n'induit pas pour autant la disparition définitive des risques et des nuisances qui en résultent. Même non exploités, ces anciens sites peuvent en effet engendrer des désordres ou des nuisances susceptibles de porter atteinte à la sécurité des personnes et de l'environnement comme en attestent les arrêtés préfectoraux d'interdiction de la consommation du poisson dans ces secteurs. Ainsi, alors que l'exploitation minière en France est très ancienne, la gestion de l'après-mine ne s'est mise en place qu'à la fin des années 90 suite aux mouvements de terrain survenus dans le bassin ferrifère lorrain de manière inattendue et qui ont détruit plusieurs dizaines d'habitations.

Le bassin Loire-Bretagne s'il n'a pas été concerné par de tels désordres n'est pourtant pas en reste, comme le montre la carte du BRGM (les enjeux des Géosciences – fiche de synthèse scientifique n°13 mars 2006).

En effet, outre le Massif armoricain, le bassin Loire-Bretagne comprend une grande partie du Massif central. Celui-ci, drainé dans ses parties nord et centre par la Loire et ses affluents, était la plus importante des régions minières françaises. Les exploitations, actives pour certaines jusqu'à la fin du XXème siècle, ont ainsi laissé des quantités de déblais (haldes) particulièrement riches en éléments métalliques toxiques.

Aussi le passé minier du bassin Loire-Bretagne s'avère conséquent et par la même a argumenté le développement de cette voie d'émission dans l'inventaire du bassin Loire-Bretagne en complément des autres voies, comme en prévoit la possibilité la note du Ministère. Toutefois, à ce stade, aucune méthode nationale n'est encore détaillée pour ce type de voies complémentaires.

Sans pour autant arriver à une estimation des flux, un récapitulatif des connaissances sur ce volet (nombre, localisation des sites et impact) peut aider au diagnostic de certaines contaminations et influencer la stratégie de surveillance à mener sur le bassin.

LES BASSINS MINIER ET LES PRINCIPALES SUBSTANCES EXTRAITES

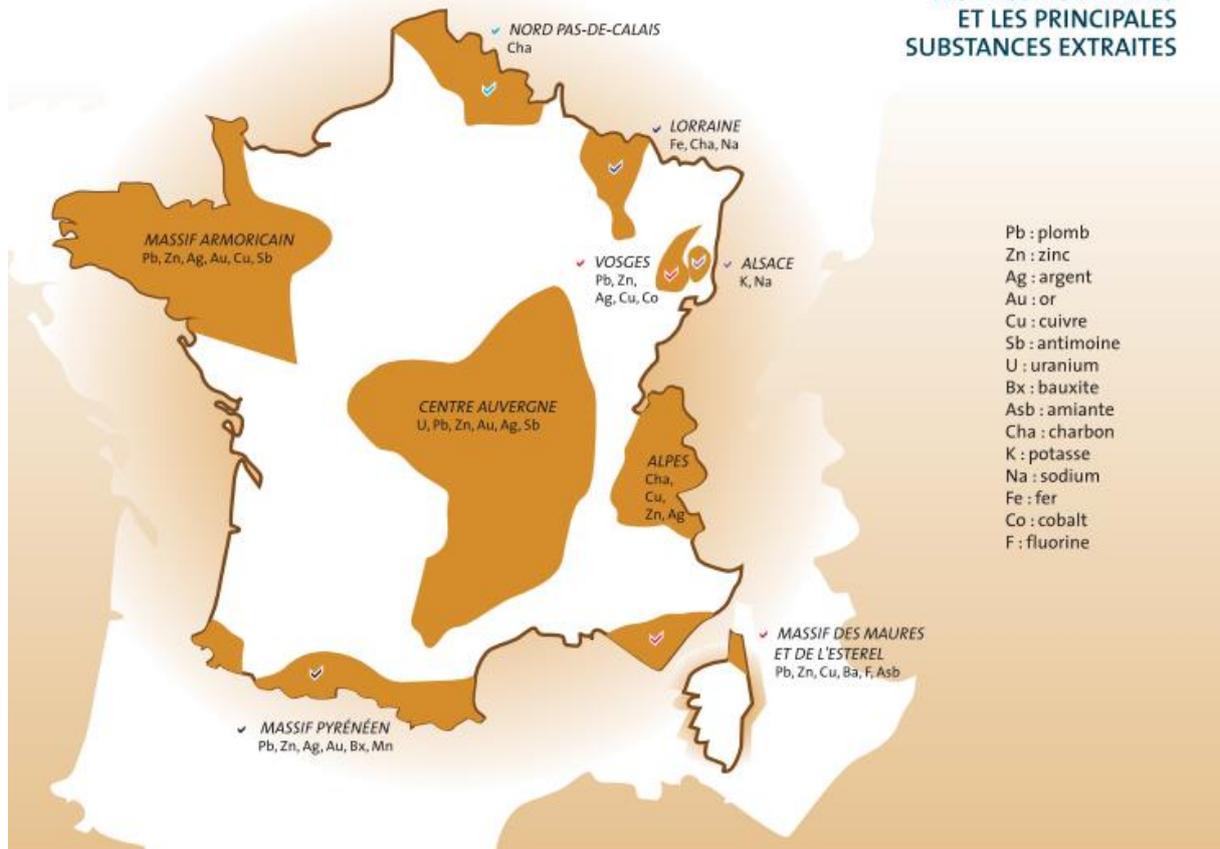


Figure n°2 : Les grands bassins miniers et principales substances extraites (source BRGM- les enjeux des Géosciences – fiche de synthèse scientifique n°13 mars 2006)

Ce récapitulatif s'est appuyé en particulier sur les travaux réalisés entre 2009 et 2012 par le groupement d'intérêt public GEODERIS pour répondre à l'article 20 de la Directive Européenne 2006/21/CE du 15/03/2006 relative à la gestion des déchets de l'industrie extractive ainsi que sur l'étude financée par l'Agence de l'eau « Conséquences de la mobilité des métaux émis par d'anciens sites miniers » réalisée par Alexandra Courtin-Nomade (Laboratoire GRESE, Université de Limoges) 2013 – 2015.

SOURCES DIFFUSES

Retombées atmosphériques (P1) :

La méthode du guide de l'INERIS qui consiste à croiser les données de surface des cours d'eau avec les flux annuels de retombées atmosphériques a été suivie. Les données de flux utilisées, exprimées en $\text{kg.km}^{-2}.\text{an}^{-1}$, sont celles du guide qui proviennent de la littérature ou de modélisations et observations réalisées sur les écosystèmes d'eaux intérieures françaises par le programme européen EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme.) **Les surfaces utilisées quant à elles proviennent du modèle Pégase⁸ exprimées en km^2 .**

Emissions en domaine agricole (P2, P3 et P5) : phytopharmaceutiques et éléments traces métalliques

La note du Ministère indique que, par simplification, sont considérées dans le ruissellement depuis des terres perméables (agricoles) uniquement les émissions de substances phytosanitaires et les métaux, ce qui exclut les autres apports tels que les HAP.

Parmi les substances concernées, l'inventaire sera donc réalisé sur seulement 32 substances : Nickel, cadmium, zinc, cuivre, chlorpyrifos (éthyle et méthyl), isoproturon, chlortoluron, oxadiazon, linuron, 2,4 D, 2,4 -MCPA, bifenox, acétonifène, quinoxyfène, cyperméthrine, diuron, métazachlore, aminotriazole, nicosulfuron, glyphosate, bentazone, diflufenicanil, cyprodinil, imidaclopride, iprodione, azoxystrobine, boscalid, tebuconazole, chlorprophame, pendiméthaline, thiabendazole et méthaldéhyde.

Les substances à usage phytopharmaceutiques :

Concernant les émissions des substances à usage phytopharmaceutiques, le guide national s'inspire, pour les voies d'émissions correspondant au ruissellement depuis les terres perméables (P3) et aux dérives de pulvérisation (P5), de la méthode de calcul de l'indicateur de risque développé par la Norvège et choisi dans le cadre du plan Ecophyto.

Toutefois, pour un bassin avec une empreinte agricole telle que celle du bassin Loire-Bretagne, cette approche simplifiée ne peut correspondre aux diverses réalités de terrain tant les variables dans ce domaine sont importantes.

Cet exercice sur les émissions est l'occasion de se poser la question de sa finalité et sa faisabilité. Le plus intéressant est d'avoir une méthode qui puisse être reconductible, avec des résultats comparables d'un cycle sur l'autre.

Une autre approche a de fait été développée sur la base des méthodes utilisées dans le domaine de l'évaluation des risques de contamination pour l'homologation des matières actives, principe qui avait été repris et validé à travers le projet européen Footprint⁹ (2006-2009) et permettant également d'intégrer l'évaluation de la part agricole relative à l'érosion (P2), source d'émission non encore développée dans le guide national mais également le drainage qui sera considéré et associé au ruissellement (voie d'émission P3).

⁸ PEGASE (Planification Et Gestion de l'Assainissement des Eaux) est un modèle de simulation intégré de bassin hydrographique qui permet de calculer la qualité de l'eau des rivières en fonction des rejets et apports de pollution développé par ULG-CEME (maintenant [AquaPôle](#) de l'[ULiège](#)).

⁹ Project no. 022704 (SSP) FOOTPRINT, Functional Tools for Pesticide Risk Assessment and Management Specific Targeted Research Project Thematic Priority: Policy-orientated research Deliverable DL43 Final project report Due date of deliverable: June 2009.

Les principes :

Les processus impliqués dans le devenir des pesticides dans les sols conditionnant leur disponibilité et par conséquent leur efficacité phytosanitaire ou la manifestation de leur caractère polluant (Barriuso et al., 1996) sont représentés figure n°3 ci-après.

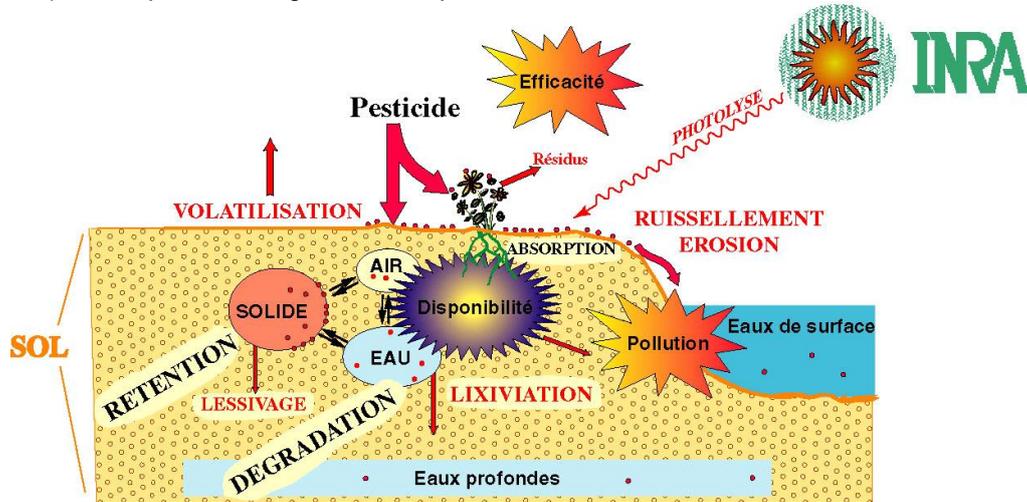


Figure n°3 : Processus impliqués dans le devenir des pesticides (source INRA – Barriuso et al. 1996)

Dans le but d'une modélisation, une simplification de ces processus peut s'envisager sur la base d'une clé d'entrée à partir de l'application du produit pour suivre le cheminement des molécules selon les six voies de transfert suivantes :

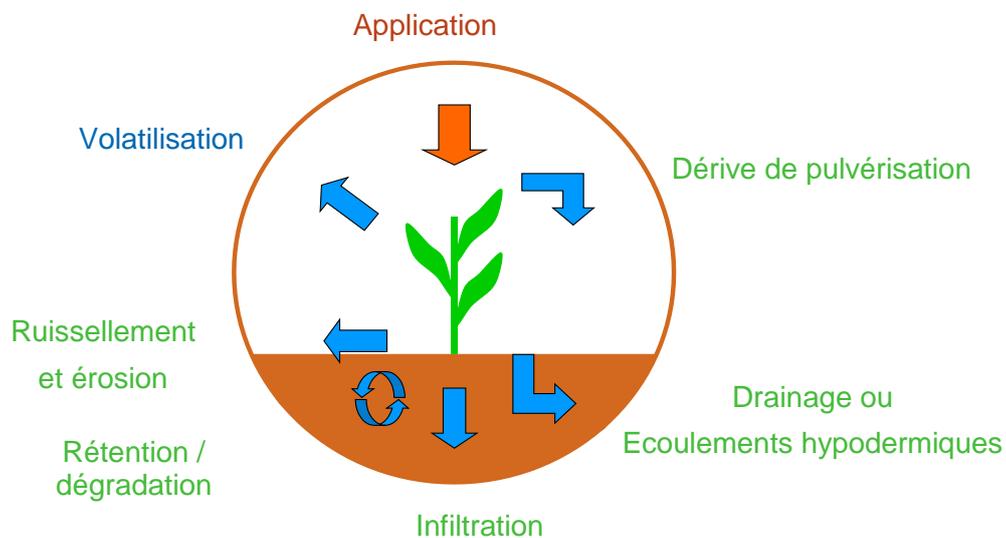


Figure n°4 : Les différentes voies de transferts agricoles selon FOOTWAYS¹⁰

La méthode générale :

La recherche d'une estimation de flux de produits phytosanitaires épandus en plein champ nécessite de reposer sur des hypothèses réalistes et réfutables.

Dans le cadre de cet exercice, les différentes voies de transfert vers les eaux de surface retenues sont :

¹⁰ Développement d'un modèle d'évaluation des risques de transfert de pesticides d'origine agricole sur le bassin Loire-Bretagne - Numéro de marché AELB : 11S0007 – rapport 2012.

- l'érosion (P2),
- le ruissellement (P3),
- le drainage (non pris en compte dans la méthode de l'inventaire, associé ici à la voie d'émission P3),
- la dérive (P5).

Deux modèles de transfert différents, issus du domaine de la recherche, sont utilisés, MACRO pour la prédiction du drainage et PRZM pour la prédiction du ruissellement et l'érosion. Issus du domaine de l'homologation, ces modèles bénéficient de 25 ans de travaux d'amélioration et de validation, comparant prédictions des modèles et observations de concentrations dans les milieux.

Le transfert des pesticides notamment vers les eaux de surface dépend de nombreux facteurs qui ont été clairement mis en évidence à l'échelle parcellaire¹¹ (NG et CLEGG, 1997) dont les extraits figurent en annexe 3 et dont les principaux domaines suivants peuvent être retenus en résumé :

- climat,
- hydrologie du sol,
- type de sol, nature et topographie,
- développement des cultures,
- éléments du paysage type haies et bandes enherbées, proximité du cours d'eau,
- dates et doses d'application,
- propriétés des molécules appliquées.

Tous ces différents facteurs interagissent de manière complexe et seule une modélisation est susceptible de prendre en compte les différentes interactions. Ainsi, les informations issues de la modélisation réalisée par FOOTWAYS indiquent des prédictions de concentration en sortie de parcelle agricole. Mais jamais des concentrations dans le cours d'eau et donc des flux, ce qui est pourtant demandé par la DCE dans l'exercice de l'inventaire des émissions, n'ont été évalués du fait de la complexité des paramètres à prendre en compte (positionnement des parcelles par rapport au cours d'eau, vitesse de transfert, demi-vie par hydrolyse, adsorption dilution, etc.).

Pour l'obtention des flux, des simplifications importantes aux regards des mécanismes réels devront donc nécessairement être opérées.

En préalable au développement des méthodes il est nécessaire d'apporter des précisions de vocabulaire sur le terme « émission ». S'il est facilement concevable que le coefficient de transfert soit de 1 à partir d'un rejet ponctuel, en revanche pour des pollutions diffuses, il faut différencier deux étapes, à savoir, le calcul des pertes d'une part et les apports au milieu d'autre part. Ces deux étapes répondent à des facteurs de contrôles qui leur sont propres. Ceux-ci seront détaillés ci-après pour chacune des voies de transfert.

Aussi la première étape sera de relativiser les aléas (risques) d'apport aux milieux selon chacune des voies de transfert et ne retenir que les variables principales servant de facteur de contrôle.

En effet, le principe de la démarche d'évaluation des différentes contributions consiste à utiliser les caractéristiques des différents milieux agricoles dans lesquels sont appliqués les phytosanitaires, en prenant en compte tous les facteurs agissant sur leur devenir environnemental (types de sols, types de cultures, éléments du paysage, proximité des cours d'eau). Il s'agit pour cette définition des transferts de prendre, en principe, tous les facteurs susceptibles d'influencer le devenir des produits après leur application.

Ainsi, la dérive est calculée sur la base de la surface agricole utile (SAU) située à moins de 250 m du cours d'eau et les apports aux cours d'eau tiennent compte de la largeur de celui-ci et de la présence d'une bande enherbée, prise égale à 5 m.

Chacun des 964 contextes agro-pédo climatiques du bassin sont modélisés en prenant en compte les 91 types de sols différents qui ont été identifiés. Le ruissellement étant la voie de transfert la plus

¹¹ Etude des transferts de produits phytosanitaires à l'échelle de la parcelle et du bassin versant - Thèse de doctorat de l'ULP par Nicolas DOMANGE soutenue le 31 mars 2005 306p.

documentée dans la littérature¹², c'est elle qui sert à évaluer les deux autres voies (érosion et drainage) sur la base de ratios issus des modélisations. En fonction des données disponibles et des caractéristiques des molécules induisant un comportement différent de transfert pour réaliser ces dernières, le nombre de molécules est variable selon la voie de transfert considérée.

Les flux de ruissellement sont évalués sur la base des quantités vendues sur la période 2015 à 2017, selon les recommandations nationales, pour tenir compte des variations climatiques ou de pression parasitaire, mais également sur l'année 2018 afin d'appréhender les tendances et évolutions qui font suite aux interdictions de certaines molécules. En effet, il y a dans ce cas substitution et il est alors nécessaire d'avoir un regard sur un panel de substances plus étendu que les listes réglementaires retenues au niveau national pour l'exercice de l'inventaire de sorte à disposer d'une évaluation la plus pertinente possible au regard des effets toxiques.

Les caractéristiques des molécules, coefficient de partage entre la fraction de carbone organique et l'eau dans le sol ou le sédiment (Koc) et demi-vie (DT 50), sont prises en compte pour déterminer leur potentiel de transfert par ruissellement. En effet, les quantités de matières actives vendues n'ont pas vraiment de sens en tant que telles pour suivre les pratiques, et in fine leur effets, objectif final de l'évaluation des émissions. Ainsi, des molécules utilisées à fortes doses à l'hectare sont souvent remplacées par des molécules dites de « faible entrant » mais dont la toxicité est plus élevée.

Aussi cette évaluation d'apports au milieu est complétée par une évaluation du potentiel toxique, à savoir les quantités d'apport aux cours d'eau ramenées à la valeur de la concentration prédictive de non effet (Predicted No Effect Concentration : PNEC) pour chaque voie de transfert. Il est à noter que cette approche du potentiel toxique avait déjà été mise en avant lors de l'élaboration du tableau de bord du Sdage 2016-2021 réalisé en juin 2018 et étendue à l'analyse générale de l'inventaire, comme vu précédemment.

Les résultats sont ainsi exprimés en tonnage de matières actives apportées au milieu mais également en potentiel toxique permettant de déterminer les molécules et les voies de transfert ayant les plus fortes implications dans la dégradation des milieux aquatiques et des biocénoses.

La prise en compte des variables de contrôle par voie de transfert :

Le ruissellement depuis les terres perméables (P3) :

Pour le ruissellement, les facteurs de contrôle sont les suivants :

- les quantités épandues au sol,
- les caractéristiques des molécules, à savoir : le Koc qui caractérise l'adsorbance d'une molécule sur la matière organique d'un sol et la DT 50 qui correspond à la demi-vie au champ de la molécule,
- la densité des réseaux hydrographiques, approchée par l'Indice de Développement et de Persistance de Réseaux (IDPR) développé par le BRGM. Plus l'IDPR est dense (> à 1000), plus les substances entraînées par le ruissellement pourront atteindre les cours d'eau.

Pour le calcul des émissions, sont retenues de manière simplificatrice les quantités vendues issues de la BNVD ainsi que les caractéristiques des molécules selon les données SIRIS pesticides de l'INERIS. Il est à noter que plus l'adsorbance est forte et plus la demi vie est faible, moins la molécule a la possibilité de migrer dans les eaux de ruissellement.

Le calcul de risque de ruissellement (coefficient de ruissellement) est quant à lui évalué par le produit de ces deux variables (Koc x DT 50) propre à chaque molécule, dont le résultat a été calé selon la fonction logarithmique suivante établie à partir de données de la littérature.

Coefficient de ruissellement = $0,0042 \ln(\text{Koc} \times \text{DT}50) - 0,257$ avec un $R^2 = 0,9117$
La valeur la plus haute de coefficient de ruissellement s'élève à 5 % et la plus basse à 0,004 %.

¹² Dommange N. Etude des transferts de produits phytosanitaires à l'échelle de la parcelle et du bassin versant viticole (Rouffach, Haut-Rhin) 327p – 2005.

Code Sandre	Molécule	Koc	DT 50	Coefficient de transfert
1796	Métaldéhyde	85	4.4	0,0220
1882	Nicosulfuron	20.7	19.3	0,0560
1113	Bentazone	51.5	10	0,1830
1670	Métazachlore	110	9.8	0,5550
1105	Aminotriazole	91	18	0,7650
1212	2,4 MCPA	74	25	0,8270
1208	Isoproturon	122	22	1,0163
1136	Chlortoluron	208	34	1,5010
1474	Chlorprophame	340	25	1,5966
1951	Azoxystrobine	423	21	1,6160
1540	Chlorpyriphos-methyl	4645	3	1,8454
1209	Linuron	436	48	2,0501
1206	Iprodione	372	84	2,2519
1694	Tebuconazole	1022	31	2,2560
1877	Imidaclopride	225	174	2,3620
1177	Diuron	920	78	2,6670
1141	2,4 D	56	9,9	2,6705
1359	Cyprodinil	1706	44.7	2,6980
1119	Bifénox	7143	17.3	2,9410
1083	Chlorpyriphos-ethyl	8151	19	3,0577
5526	Boscalid	809	200	3,0760
1667	Oxadiazon	2339	105	3,2898
1688	Aclonifène	7126	80.4	3,7120
1506	Glyphosate	21700	31.5	3,8010
1814	Diflufenicanil	3417	315	4,0300
1234	Pendiméthaline	15744	99.17	4,2170
2028	Quinoxifène	22929	89	4,3510
1713	Thiabendazole	7344	732	4,8390
1140	Cyperméthrine	85572	106.5	5,1040

Tableau n°4 : Coefficient de transfert par ruissellement

Il est à noter que l'AGRO-TRANSFERT de Bretagne¹³ (groupement d'intérêt scientifique créé en 2002 entre la Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne et l'INRA, auquel se sont associés en 2005 les ADASEA de Bretagne) a retenu ce principe d'évaluation de risque basé sur le Koc et de la DT 50.

Pour chaque molécule, afin d'intégrer les variations inter-annuelles des effets météorologiques sur la nature et les fréquences des traitements, les calculs sont faits à partir des quantités mise en jeu sur une période de 3 ans (2015-2017). Toutefois, les calculs pour l'année 2018 permettent de compléter l'analyse en particulier pour les molécules interdites ou en restriction d'usage à partir de cette même année.

¹³ http://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/Territ_eau/DIAGNOSTIC/Produits-phytosanitaires/indicateur_impact.asp.

Le drainage (intégré à P3) :

Pour le drainage, quatre facteurs de contrôle entrent en jeu. Comme pour le ruissellement, la densité des réseaux hydrographiques, les caractéristiques des molécules (hydrophilie) et les quantités épandues au sol interviennent. La différence se situe au niveau de la nature des sols au travers des types de contexte agro-pédo climatique, désignés **FST** (Footprint Soil Types) et du modèle utilisé (MACRO pour le drainage ou PRZM pour le ruissellement).

Concernant les quantités épandues, pour cette voie de transfert il s'agirait de prendre en compte la totalité de la quantité épandue sur les parcelles défalquée de celle attribuée à la dérive et celle adsorbée et absorbée par la cible, à savoir la culture, selon son stade de végétation lors du traitement. On considère que seulement 10% à 20 % des quantités épandues se déposent sur les plantes.

Selon la nature des sols, deux sortes d'entraînement par drainage peuvent être considérées :

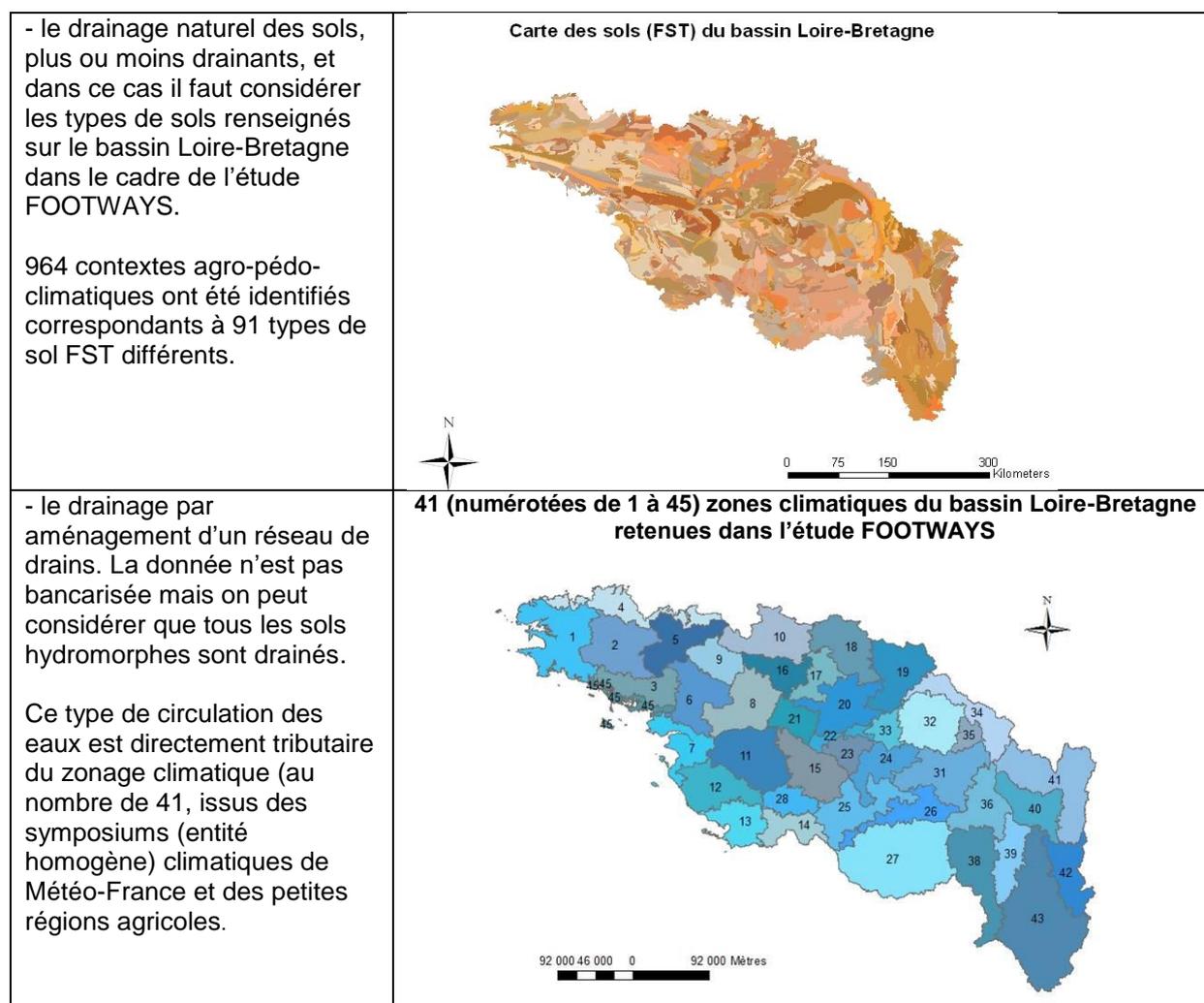


Figure n°5 : Carte des sols et zones climatiques du bassin Loire-Bretagne retenus dans l'étude FOOTWAYS

L'évaluation des émissions repose quant à elle essentiellement sur les indicateurs PITSA (Pesticide IndicaTor for a Sustainable Agriculture)¹⁴) établis dans l'étude FOOTWAYS. Ils correspondent à des

¹⁴ L'indicateur PITSA se définit comme une fréquence de dépassement de concentrations seuils dans les eaux quittant les parcelles ou les milieux agricoles. Les concentrations seuils utilisées peuvent être des normes réglementaires liées à la production d'eau potable (0,1 µg/l pour une matière active, 0,5 µg/l pour la somme des matières actives) ou bien des données écotoxicologiques (valeurs d'effet, spécifiques de chaque molécule).

fréquences de dépassement (ou indicateur PITSA d'une valeur seuil (0,1, 0,2 et 0,5 µg/L) pour chaque substance sur une période de dix ans permettant d'intégrer les variations climatiques pour les différentes voies de transfert.

Le rapport ou ratio entre les fréquences de dépassement des valeurs seuils du ruissellement et celles du drainage ont été évaluées par type de culture et type de sol. Ici, pour les calculs c'est la valeur médiane par molécule des fréquences de dépassement de la valeur seuil de 0,1 µg/L (valeur seuil la plus sensible) qui est retenue.

Code Sandre	Molécule	Médiane des ratios ruissellement / drainage
1506	Glyphosate	179,63
1234	Pendiméthaline	119,73
1359	Cyprodinil	79,40
1289	Trifluralin	53,59
1212	2,4 MCPA	2,36
1208	Isoproturon	2,08
1796	Métaldéhyde	1,64
1141	2,4D	1,35
1139	Cymoxamil	0,16
1882	Nicosulfuron	0,08

Tableau n°5 : Médianes des coefficients de transfert par ruissellement par molécule

Jusqu'à un ratio inférieur à 1, la molécule sera plus présente dans eaux de drainage que dans le ruissellement, et le glyphosate sera 179 fois plus faible dans le drainage que dans le ruissellement.

Sur la liste des 21 phytopharmaceutiques retenus pour l'inventaire (tableau n°4), seuls douze ratios disponibles ont permis d'évaluer les apports par drainage. Ceci s'explique par le fait que lors des modélisations réalisées par FOOTWAYS en 2012, certaines molécules n'ont pas été prises en compte à savoir :

- les substances interdites,
- les substances jugées non jugées pertinentes pour le bassin Loire-Bretagne,
- les substances qui n'ont pas atteint le seuil de 0,1µg/L en sortie de parcelles.

Les apports par drainage sont alors évalués en appliquant les médianes précitées aux quantités vendues.

L'érosion (P2) :

Pour l'érosion relative aux terres perméables, ce sont à nouveau quatre facteurs de contrôle qui entrent en jeu. Les quantités épandues au sol sont identiques aux apports par drainage ainsi que les caractéristiques des molécules, mais selon la fonction inverse (hydrophobie). S'ajoute la carte d'érosion des sols et la connectivité.

La carte d'érosion des sols (Degan F. et al. 2015¹⁵) utilisée est issue du modèle MESALES qui évalue l'aléa érosion au sein des bassins versants. Cela permet d'identifier les "zones à risque" par la mise en évidence des zones pour lesquelles le détachement de particules peut être le plus important sur les versants.

¹⁵ Degan. F., Salvador-Blanes. S., Cerdan. O. (2015). Cartographie de l'aléa érosif sur le bassin Loire-Bretagne, 102.

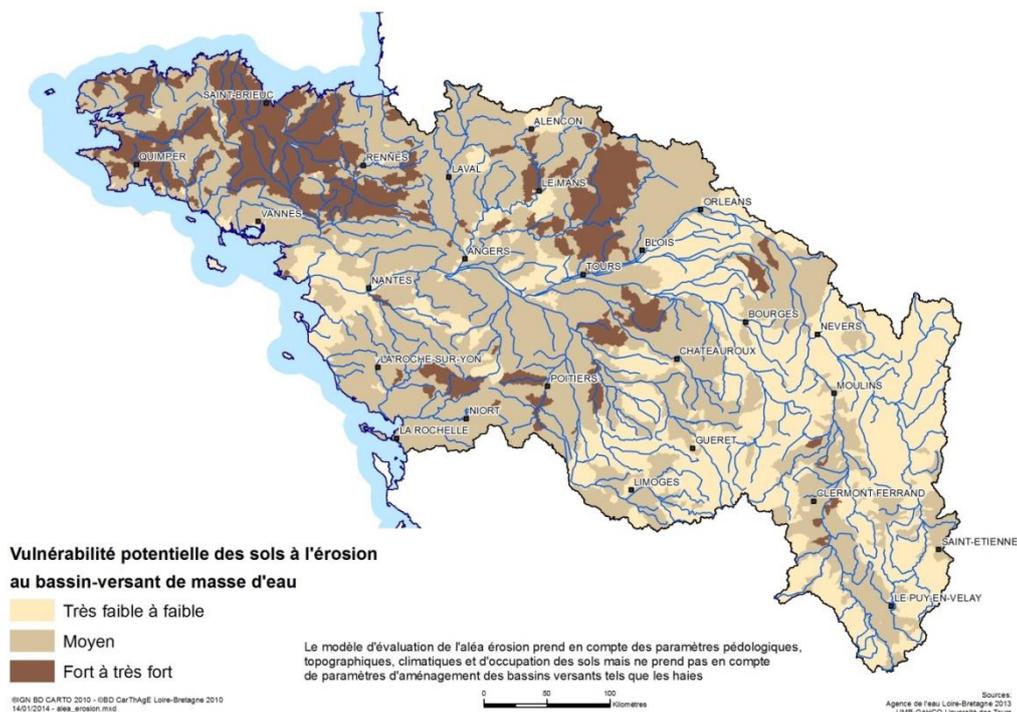


Figure n°6 : Carte d'érosion des sols (étude Degan F. et al. 2015)

Néanmoins, cette carte ne prend pas en compte la capacité des molécules considérées à migrer effectivement du versant au cours d'eau, c'est-à-dire la connectivité sédimentaire (Gay A. et al. ¹⁶) qui décrit le potentiel des sédiments à être transférés vers la rivière avec des valeurs moyennes regroupées en quartiles

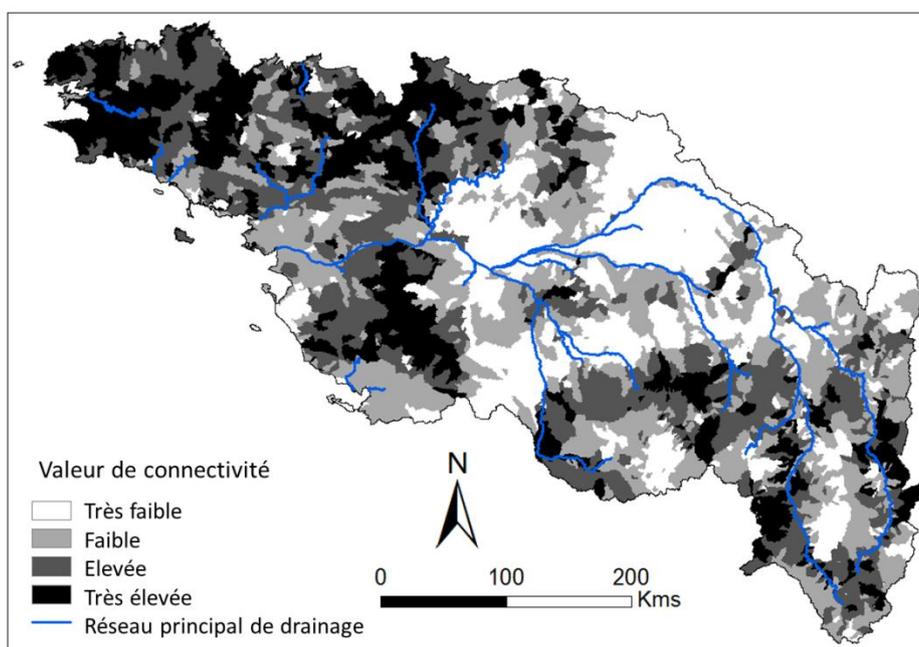


Figure n°7 : Carte des connectivités moyennes par bassins versants (Gay et al. in press)

¹⁶ A. Gay, O. Cerdan, V. Mardhel, and M. Desmet. Application of an index of connectivity in a lowland area. *Journal of Soils and Sediments*, in press (DOI 10.1007/s11368-015-1235-y).

Le calcul des émissions résulte quant à lui, comme pour le drainage, de la comparaison de l'indicateur PITSA (Pesticide IndicaTor for a Sustainable Agriculture) entre érosion et ruissellement qui permet le calcul d'un ratio d'apport au milieu.

code Sandre	Molécule	Médiane des ratios ruissellement / érosion
2974	s-Metolachlore	21,00
1882	Nicosulfuron	18,17
1796	Métaldéhyde	15,73
1141	2,4D	15,40
1212	2,4 MCPA	13,73
1113	Bentazone	12,14
5526	Boscalid	11,45
1209	Linuron	9,63
1208	Isoproturon	9,00
1414	Propyzamide	6,28
1950	Krésoym-méthyl	3,67
1359	Cyprodinil	3,15
1253	Prochloraze	2,46
1473	Chlorothalonil	1,67
1506	Glyphosate	1,67
1289	Trifluralin	1,26
1688	Aclonifen	1,22
1907	AMPA	1,18
1234	Pendiméthaline	1,15
1140	Cypermethrin	1,09
1139	Cymoxamil	0,00

Tableau n°6 : Médianes des coefficients de transfert par érosion par molécule

Jusqu'à un ratio proche de 1 la molécule sera autant présente dans les eaux issues de l'érosion que dans celles issues du ruissellement. A l'opposé, le nicosulfuron, par exemple, représente un apport 18 fois plus faible par cette voie d'apport que par le ruissellement.

Comme pour le drainage, seuls les apports de 17 molécules ont pu être calculés compte tenu des choix faits lors de l'étude FOOTWAYS et les apports par érosion sont évalués en appliquant les médianes correspondantes aux quantités vendues.

Il est à noter que le cymoxamil a bien été évalué mais ne contribuera pas aux apports par érosion. En effet, ce fongicide est déposé sur les feuilles et ne contribue donc déjà que peu au ruissellement et de fait pas du tout aux apports par l'érosion (en dessous du seuil de 0,1 µg/L des PITSA ce qui représente ici une limite à l'exercice).

En comparant les deux tableaux de ratios par rapport au ruissellement, il est possible de mettre en évidence la complémentarité des voies d'apport pour certaines molécules. C'est le cas du nicosulfuron qui présente une forte contribution par la voie de drainage et au contraire une très faible contribution par érosion.

La dérive (P5) :

Cette voie ne concerne que les produits issus de la pulvérisation, et donc les seules substances utilisées en solution. D'autres dérives existent mais ne sont pas prises en compte dans le présent exercice. Il s'agirait par exemple des enrobages de semence qui émettent des poussières pouvant

plus facilement retomber sur la parcelle (cas de l'imidaclopride maintenant interdit) contrairement aux granulés de métaldéhyde, par exemple, qui ne peuvent en aucun cas participer à un calcul de dérive.

Les variables de contrôle de cette voie de transfert sont au nombre de trois :

- le mode de pulvérisation désigné **M_{pulv}**,
- la distance des parcelles au cours d'eau désignée **S_{dist}**,
- la connectivité désignée **C**.

Les modes de pulvérisation peuvent être considérés classiquement de trois types : sur grandes cultures avec des rampes, en arboriculture avec des turbines ou canons et en viticultures par pulvérisateurs sur tracteurs enjambeurs. En fonction du mode de pulvérisation, des pourcentages de dépôts au sol peuvent être traduits en pourcentage de dérive par rapport à la distance du bord de la parcelle (Rautmann D. et al 2001).

Distance (mètres)	Grandes cultures (% du taux d'application déposé)	Arboriculture (pleine végétation) (% du taux d'application déposé)	Viticulture (pleine végétation) (% du taux d'application déposé)
1	2.77	Pas de données	Pas de données
3	0.95	15.73	8.02
5	0.57	8.41	3.62
10	0.29	3.60	1.23
15	0.20	1.81	0.65
20	0.15	1.09	0.42
30	0.10	0.54	0.22
40	0.07	0.32	0.14
50	0.06	0.22	0.10
75	0.04	0.11	0.05
100	0.03	0.06	0.03
125	0.025	0.04	0.024
150	0.021	0.03	0.018
175	0.018	0.024	0.014
200	0.016	0.019	0.011
225	0.014	0.016	0.010
250	0.012	0.013	0.008

Tableau n°7 : Courbes de référence de dérive de pulvérisation - Dépôt au sol en pourcentage du taux d'application (90^{ème} percentiles) - (Rautmann D. et al 2001)

La distance des parcelles au cours d'eau peut quant à elle être obtenue par le croisement des parcelles cultivées (issues du registre parcellaire graphique (RPG) : grandes cultures, arboriculture et viticulture) avec le réseau hydrographique pour déterminer les linéaires de cours d'eau concernés. En effet ce sont les seules quantités épandues sur ces parcelles qui sont à prendre en compte dans les apports par dérive et non la quantité totale vendue qui concerne aussi des parcelles sans cours d'eau en lisière.

De même, il convient d'ajuster ces émissions à la seule quantité de produit utilisée sur la parcelle qui entre réellement en jeu, à savoir la zone où l'on peut considérer que la dérive peut être effective, à savoir une zone de 250 m à partir du bord du cours d'eau.

Concernant la connectivité qui peut être définie comme la possibilité de relation entre la parcelle et le cours d'eau, il faut tenir compte de deux nouvelles variables propre à la dérive :

- la présence de bandes enherbées ou de surface non traitée,
- la présence d'une ripisylve très variable selon les contextes agricoles.

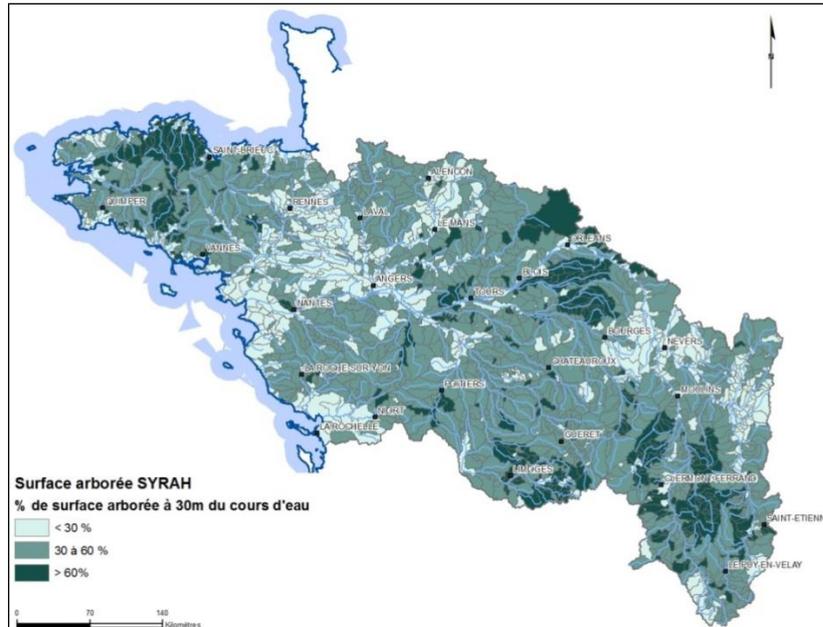


Figure n°8 : Carte des surfaces arborées à 30 m des cours d'eau (SYRAH – Système Relationnel d'audit Hydromorphologie)

Malgré tout il demeure des facteurs non pris en compte, à savoir la constante de Henry, la météorologie au moment du traitement mais aussi la performance des rampes d'épandage.

Pour le calcul des émissions de dérive, l'ensemble des facteurs précités, hormis la présence de ripisylve, pourrait être appliqué à la dose/ha, désignée **D_{ha}**, aboutissant à la mise en équation ci-dessous de l'émission issue de la dérive, désignée **E_{deriv}** :

$$E_{deriv} = \sum ((\%M_{pulv} \times S_{dist} \times D_{ha}) - V_{pulv}) \times C$$

Cette émission par dérive devrait être rapportée à la surface en eau du milieu récepteur en bord de parcelle. Pour un plan d'eau d'une largeur supérieur à 250 m, c'est la totalité de la dérive qui peut retomber sur l'eau. Pour un cours d'eau de faible largeur, la dérive va traverser le cours d'eau pour retomber sur la parcelle de l'autre bord. Aussi il faut prendre en compte l'apport direct à la surface en eau, qui est proportionnel au champ de dépôt (**C_{dop}**) ou distance à la berge, en regard de la largeur du milieu récepteur (**LMR**) selon l'équation suivante :

$$\text{Apport } E_{deriv} = \% (LMR / C_{dop})$$

A défaut de largeur exacte connue de chaque cours d'eau variable sur son linéaire, les rangs de Stralher correspondants sont associés à des classes de largeur.

Rang de Stralher	1	2	3	4	5	6	7	8
Largeur du cours d'eau en m	2,5	2 - 4	4 - 9	9 - 11	11 -20	20 - 50	50 - 150	150 - 500

Tableau n°8 : Correspondance rangs de Stralher / largeur de cours d'eau

Pour cet exercice d'inventaire l'application des principes énoncés ci-dessus est réalisée en considérant :

- la mise en place généralisée d'une bande enherbée de 5 m,
- l'utilisation des pourcentages de dépôt au sol des grandes cultures de Rautmann D. et al. pour évaluer le dépôt sur les cours d'eau au-delà de la cette bande enherbée

La régression polynomiale retenue qui décrit le mieux la relation entre le pourcentage de dépôt et la largeur du cours d'eau est la suivante :

$$\text{pourcentage de dépôt} = -1\text{E-}13x^6 + 1\text{E-}10x^5 - 4\text{E-}08x^4 + 7\text{E-}05x^3 - 0.0007x^2 + 0.0315x + 0.0407$$

avec x étant la largeur du cours d'eau,

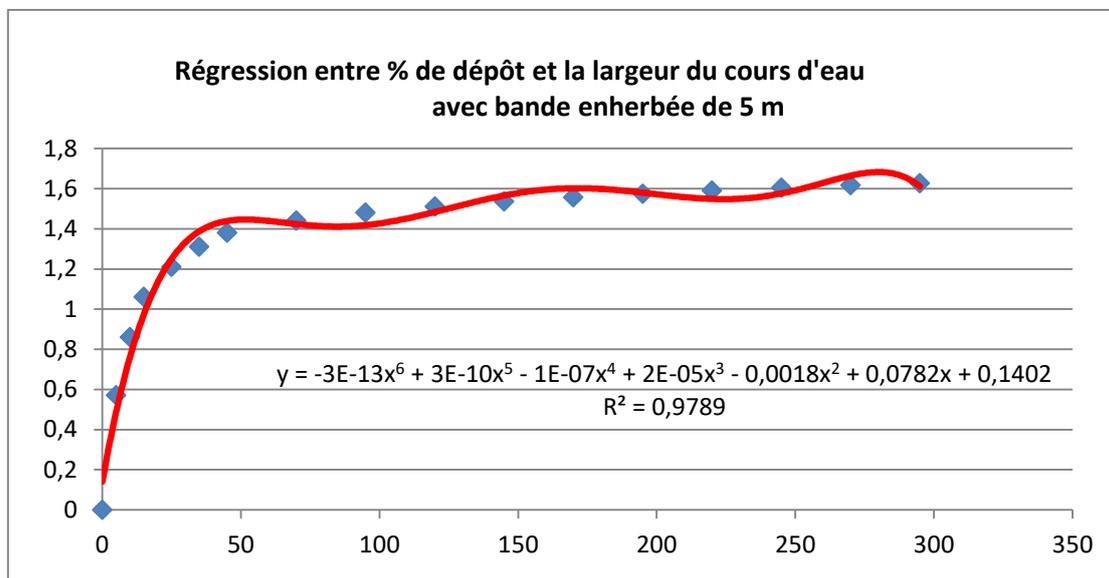


Figure n°9 : Relation entre dépôt et la taille du cours d'eau, à partir de Rautmann D. et al. 2001, avec les données de dépôt issu de la dérivation pour les grandes cultures.

Les résultats ainsi obtenus permettent d'évaluer les pourcentages d'apport en fonction du rang de Strahler calés sur la largeur des cours d'eau.

Rang de Strahler	1	2	3	4	5	6	7	8
Apports en % par molécule	0.15	0.23	0.42	0.48	0.69	0.88	0.96	1.06

Tableau n°9 : Pourcentage d'apport par molécule selon le rang de Strahler avec bande 5 m

Il suffit alors de connaître les surfaces cultivées par rang de Strahler sur une largeur de 250 m de part et d'autre des cours d'eau, ce qui est approché par simplification, en recherchant la surface agricole utile, toutes cultures confondues, à partir de Corin Land Cover. Le pourcentage de SAU pour chaque rang de Strahler est ensuite calculé et appliqué aux ventes de chaque molécule.

Rang de Strahler	1	2	3	4	5	6	7	8
% de SAU correspondante	22,26	8,46	4,82	2,78	1,89	0,99	0,45	0,29

Tableau n°10 : Correspondance rangs de Strahler / pourcentage de SAU

Plus le cours d'eau est petit, plus l'apport est faible puisque les apports par dérivation vont retomber sur la parcelle située sur l'autre rive. À partir de l'ordre 7, c'est la totalité de l'apport qui parvient au cours d'eau.

Les éléments traces métalliques :

En parallèle, il ne faut pas oublier les apports d'éléments métalliques provenant des engrais ou des épandages de lisiers et de boues résiduaires urbaines ou industrielles. Cela nécessite néanmoins le

recueil d'un grand nombre de données que ce soit sur les engrais utilisés, leurs quantités, leurs compositions, leurs géolocalisations, les fréquences et compositions des épandages, etc.

Aussi la méthode nationale a proposé, par simplification, d'estimer ces apports en agrégeant les quantités à l'hectare selon la formule suivante pour évaluer les apports par ruissellement (P3) :

$$Rtp(X) = AM/TA_x * SAU * CT$$

Avec :

- Rtp(X), estimation de la quantité du métal X émise dans les eaux de surface à travers le ruissellement depuis les terres agricoles(en kg),
- AM/TA_x, l'apport moyen sur les terres agricoles (en kg/ha) d'une substance X sur un territoire donné, soit les valeurs par défaut issues de Sogreah (2007) selon le guide national,
- SAU, la surface agricole utile du territoire considéré, soit 121 910 Km² pour le bassin Loire-Bretagne,
- CT, la part des substances qui atteint les eaux de surface par ruissellement (en %), soit en moyenne 0.4 % d'après le rapport CIPR (2003) selon le guide national.

Ce mode de calcul est celui retenu pour le présent exercice.

Fond géochimique (P13) :

L'interprétation des résultats relatifs à la qualité des cours d'eau de surface doit, pour les métaux, intégrer d'une part les éléments de leur biodisponibilité et d'autre part ceux du fond géochimique. Il est en effet essentiel de distinguer les éléments qui peuvent naturellement être présents dans les milieux de par la décomposition et l'évolution des roches mères de ceux qui ont une origine anthropique qui proviennent donc des activités humaines et de ne considérer que ces derniers dans l'évaluation de l'état des eaux.

Le fond géochimique représente donc bien une source d'émissions à prendre en compte pour les micropolluants et en particulier pour les éléments traces métalliques et métalloïdes.

Comme pour les émissions directes des mines abandonnées (P11), bien qu'il n'y ait pas encore de méthode nationale disponible pour évaluer les émissions issues du fond géochimique, il paraissait également indispensable de l'évoquer *a minima*, en complément des autres voies, compte tenu du contexte géologique du Bassin Loire-Bretagne qui présente deux grands domaines de socle, à savoir le massif armoricain et le massif central, grandes sources minéralogique du territoire.

Il s'agit de faire un état des lieux des travaux réalisés, engagés et à venir.

COMPARTIMENTS SEDIMENTS ET BIOTE

Selon la définition de la Directive européenne, doivent être consignés dans les inventaires outre les flux annuels de substances émises vers les eaux de surface, les concentrations mesurées dans les sédiments et le biote si cela est jugé pertinent.

S'agissant de pollutions anciennes dont les processus de transfert vers l'eau ou le biote sont extrêmement difficiles à cerner et à chiffrer, les flux provenant des sédiments ne seront quant à eux pas considérés en première approche comme l'indique la note de cadrage du ministère.

Le Bassin Loire- Bretagne réalise des analyses sur poisson depuis 2017 et sur gammares depuis 2018. Il s'agit d'ici de porter à connaissance la synthèse des premiers résultats.

LES RESULTATS

SOURCES PONCTUELLES :

Stations d'épuration des collectivités (P8) :

La compilation des résultats disponibles des 114 ouvrages pour la période 2012-2014 (à défaut de disponibilité des résultats de la campagne 2018-2019) a permis de recenser 107 substances ou famille de substances rejetées. Certains paramètres ont cependant été mesurés pour moins d'une quinzaine d'ouvrage et sont de fait négligés pour les calculs d'extrapolation au reste du parc de stations d'épuration. Le tableau n°4 les reprend :

Code sandre	Substance	Code Sandre	Substance
1200	Hexachlorocyclohexane alpha	7074	Dibutylétain cation
1201	Hexachlorocyclohexane bêta	Somme_67	Somme de PCB, PCT, dioxines, furanes
1202	Hexachlorocyclohexane delta	Somme_92a	Somme d'Éthoxylates de nonylphénols
1630	Trichlorobenzène1,2,3	Somme_92b	Somme d'Éthoxylates d'octylphénols
1957	Nonylphénols		

Tableau n°11 : Liste des substances négligées pour la voie d'apport P8 – stations d'épuration collectivités

Les codes Somme_67, Somme_92a, Somme_92b ont désormais d'autres codes sandres qu'il sera intéressant d'analyser plus particulièrement avec les résultats de la nouvelle campagne d'analyses, ce d'autant plus pour les éthoxylates de nonylphénols qui, bien que mesurés peu de fois, correspondent à un flux moyen de 33g/j. Le code sandre 1957 pour les nonylphénols a été abandonné et gelé en cours de campagne au profit du code sandre 6598 (nonylphénols mélange linéaire ou ramifiés).

Trois autres paramètres sont écartés. Il s'agit d'une part du méthanol, représentant des flux énormes (supérieurs au zinc,) provenant probablement de contamination du matériel, et d'autre part des AOX (halogènes organiquement adsorbables) et indice hydrocarbures qui sont des indices.

Ces résultats ont permis de déterminer des concentrations médianes de valeurs pour pouvoir extrapoler les calculs aux autres ouvrages à partir de leur volume moyen journalier rejeté. **Il est à noter qu'à part trois paramètres (zinc, nickel et anthracène) ces dernières se révèlent correspondre aux limites de quantification pour les eaux résiduaires.**

Par conséquent, cette approche entraîne deux biais. Le premier au regard du calcul systématique d'un rejet et le deuxième en cas de limite de quantification relativement élevées. **Ces deux biais peuvent générer des faux positifs et donc des flux extrapolés sur-estimés.** Ainsi, c'est probablement le cas pour l'hydrazine, l'aniline et les cyanures qui ont des concentrations médianes respectivement de 100, 50 et 50 µg/l conduisant là aussi à des flux journaliers moyens supérieurs ou proches de ceux du zinc comme l'indique le tableau n°5 de alors que l'hydrazine par exemple n'avait été mesurée que sur 25 ouvrages.

Le tableau récapitulatif des résultats figure en annexe 4.

Substance	Somme des flux moyens mesurés en g/j 114 ouvrages	Somme des flux moyens extrapolés g/j (médiane moyenne) 7 648 ouvrages
Hydrazine	70 195	123 785
Zinc et ses composés	289 059	74 271
Aniline	36 037	61 893
Cyanures	20 845	61 893
Nickel et ses composés	8 462	12 379
Chrome Hexavalent	7 962	12 379

Tableau n°12 : Liste des substances (en rouge) exclues pour l'extrapolation des résultats de la voie d'apport P8 (stations d'épuration collectivités)

Comme l'indique la figure n°10, le plus gros flux émis par les collectivités correspond au zinc avec 132 116 Kg/an dont 25 621 Kg/an résultant de mesures. Le précédent inventaire (2013) faisant quant à lui référence à 38 209 Kg/an de zinc émis par les collectivités de plus de 10 000 EH (dont 68 ouvrages épuration pour lesquels des résultats mesurés étaient disponibles).

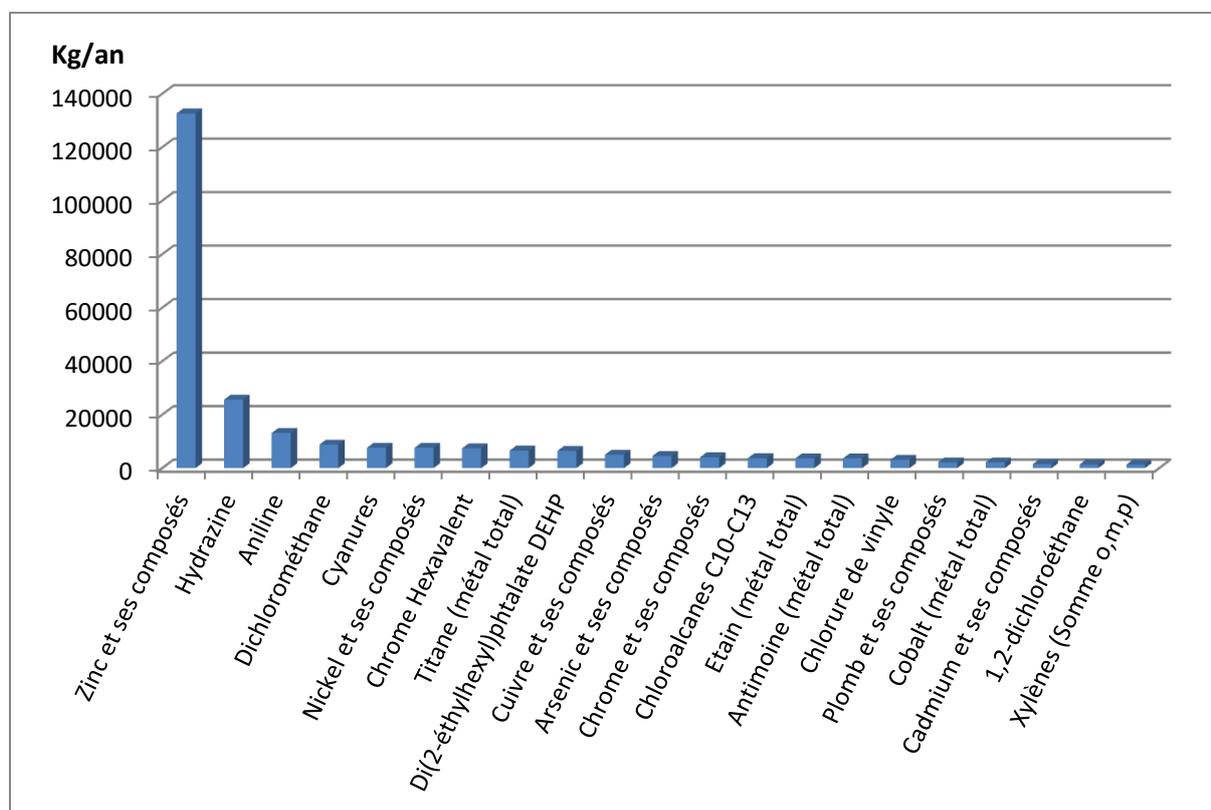


Figure n°10 : Plus gros flux en Kg/an émis par les stations d'épuration de collectivités (données mesurées RSDE 2011-2012 114 ouvrages et estimées 7 648 ouvrages)

Malgré la non prise en compte des résultats d'extrapolation pour l'hydrazine, l'aniline et les cyanures, ces trois substances correspondent respectivement au deuxième, troisième et cinquième plus gros flux émis avec 25 621 Kg/an, 13 153 Kg/an et 7 609 Kg/an. Le précédent inventaire ne recensait pas ces paramètres. Ces résultats devront donc être confortés avec l'intégration de ceux de la campagne 2018. L'hydrazine étant entre autre un réactif de laboratoire, il peut s'agir de contaminations d'autant qu'il n'y avait que 25 ouvrages concernés.

Pour le reste, les métaux apparaissent comme les substances les plus émises ainsi que le dichlorométhane avec un flux de 8 786 Kg/an et le Di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP) avec un flux

de 6 442 Kg/an. Le précédent inventaire (2013) faisait apparaître un flux de 41 081 Kg/an de dichlorométhane qui avait été considéré comme résultant de contaminations du matériel d'analyse, s'agissant d'un réactif pouvant être utilisé en laboratoire. Le DEHP quant à lui était évalué avec un flux de 715 Kg/an. Bien que son utilisation soit en décroissance, le DEHP reste employé comme plastifiant dans l'industrie des polymères, et plus particulièrement dans la production de produits intermédiaires ou finis en PVC souple mais aussi flexibles tels que tuyaux d'arrosage, films et récipients plastiques, cathéters etc.

S'il paraît impensable de réaliser des analyses sur chacune des stations d'épuration de collectivités, tout exercice d'extrapolation nécessite la prise en compte préalable de critères de représentativité. La systématisation de rejet n'est pas fondée. Ainsi lors du premier inventaire en 2013, l'étude des 68 ouvrages pour lesquels des résultats avaient pu être récupérés a mis en évidence que pour une même classe de capacité d'ouvrage, le nombre de substances rejetées dépendait bien évidemment aussi du contexte d'urbanisation dans lequel cet ouvrage se situe. Une agglomération essentiellement touristique n'aura pas les mêmes rejets ni en termes de substances ni en termes de périodicité qu'une agglomération située en secteur viticole par exemple ou qu'une agglomération très dense, au trafic routier et à l'activité industrielle importante. **Outre la différenciation urbain-rural, le type de réseau et surtout la filière de traitement jouent également un rôle, tout en sachant que l'abattement des molécules est variable pour un même ouvrage selon la famille auxquelles elles appartiennent (pesticides, médicaments, éléments métalliques, etc...).**

Eaux usées des ménages non raccordés (P9) :

En l'absence de données locales, c'est la méthode nationale qui est appliquée sur la base de l'estimation des logements raccordés à un réseau de collecte mais non épurés. Ces derniers étant fournis à l'échelle des anciennes régions, un ajustement est fait sur les régions partiellement couvertes par le bassin sur la base des ratios de population connus lors de l'EDL 2013.

Par ailleurs, dans le cadre de l'état des lieux 2018, la quantité de DBO₅ rejetée directement sans traitement à cause des mauvais branchements a été estimée à 5 500 kg/j à l'échelle du bassin soit près de 41 000 branchements concernés.

De fait, le calcul précédent donnant les flux annuels rejetés par les logements raccordés à un réseau mais non traités peut être complété par les flux rejetés directement au milieu correspondant à la part des logements mal raccordés pour lesquels les effluents auraient dû être traités.

Comme l'indique la figure n°11, parmi les 16 substances estimées, **les plus gros flux ainsi évalués correspondent aux métaux, en particulier le zinc et le cuivre avec respectivement des flux de 1 114 Kg/an et 444 Kg/an. Suivent les composés phénoliques avec un vingtain de Kg/an.** Le tableau récapitulatif des résultats figure en annexe 5.

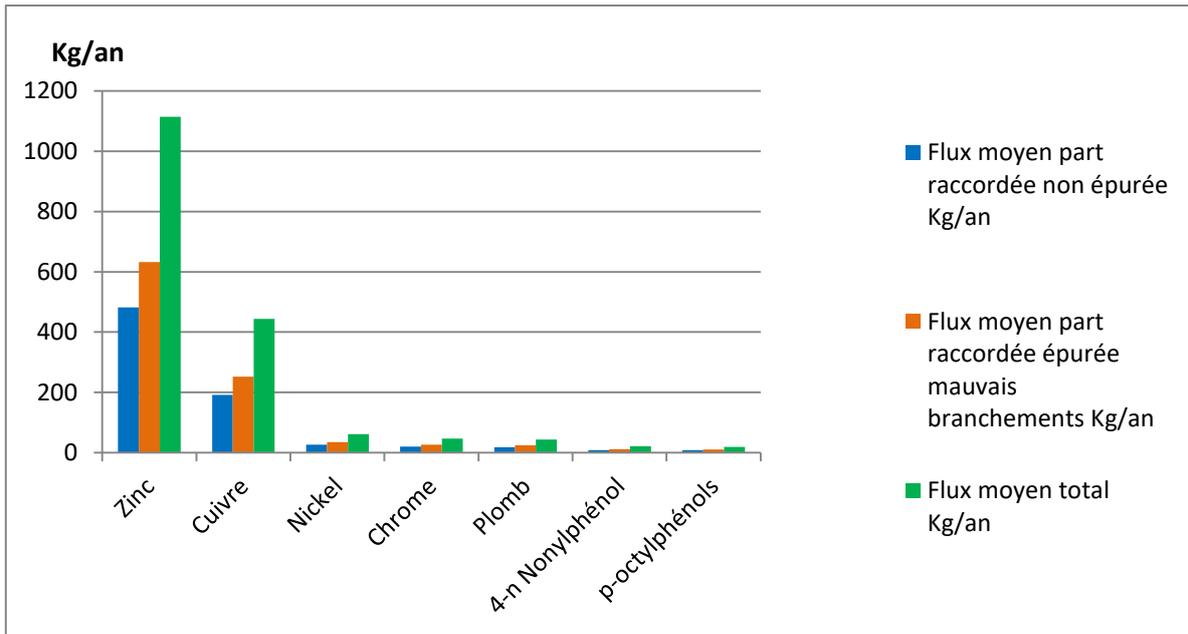


Figure n°11 : Plus gros flux en Kg/an émis par les ménages non raccordés ou mal raccordés

Il est à noter que les flux rejetés estimés correspondant à la part des mauvais branchements se révèlent supérieurs aux flux estimés rejetés correspondant à la part non épurée. Cela peut s'entendre dans la mesure où l'épuration a particulièrement été mise en œuvre et qu'il ne reste que peu de communes non équipées. La population correspondante s'élève à 35 000 habitants pour une population totale sans cesse en croissance (+ 7 % entre 2006 et 2015) ayant dépassé le seuil de 13 millions d'habitants.

Industries non raccordées (P10)

La compilation des résultats a conduit à retirer les données de 4 établissements pour lesquels les flux calculés étaient anormalement hauts. Les débits rejetés recensés ne correspondent en effet pas à l'activité. Il s'agit des établissements suivants :

- Unité de production d'électricité de Cordemais (44),
- Etablissements de traitement et d'élimination de déchets non dangereux SETRAD à Saint-Laurent-Nouan (41), Saint-Aignan-des-Gués (45) et Mézières-les-Cléry (45).

Les résultats des 577 établissements ainsi pris en compte (hors centrales nucléaires) ont permis de recenser 123 substances ou famille de substances rejetées. La figure n°6 indique les plus gros flux émis correspondant aux métaux en premier lieu avec en particulier **le zinc pour lequel le flux émis s'élève à 8 254 Kg/an**. Bien que représentant le tiers du flux émis par les collectivités (part mesurée), ce dernier aurait augmenté depuis le précédent inventaire (2013) qui faisait apparaître un flux de 3 545 Kg/an pour 861 ICPE. L'ensemble des incertitudes liées au recensement des données industries explique probablement une telle variation de résultat à la hausse, tout en considérant que ce dernier est du niveau d'un petit bassin et donc potentiellement encore sous-estimé.

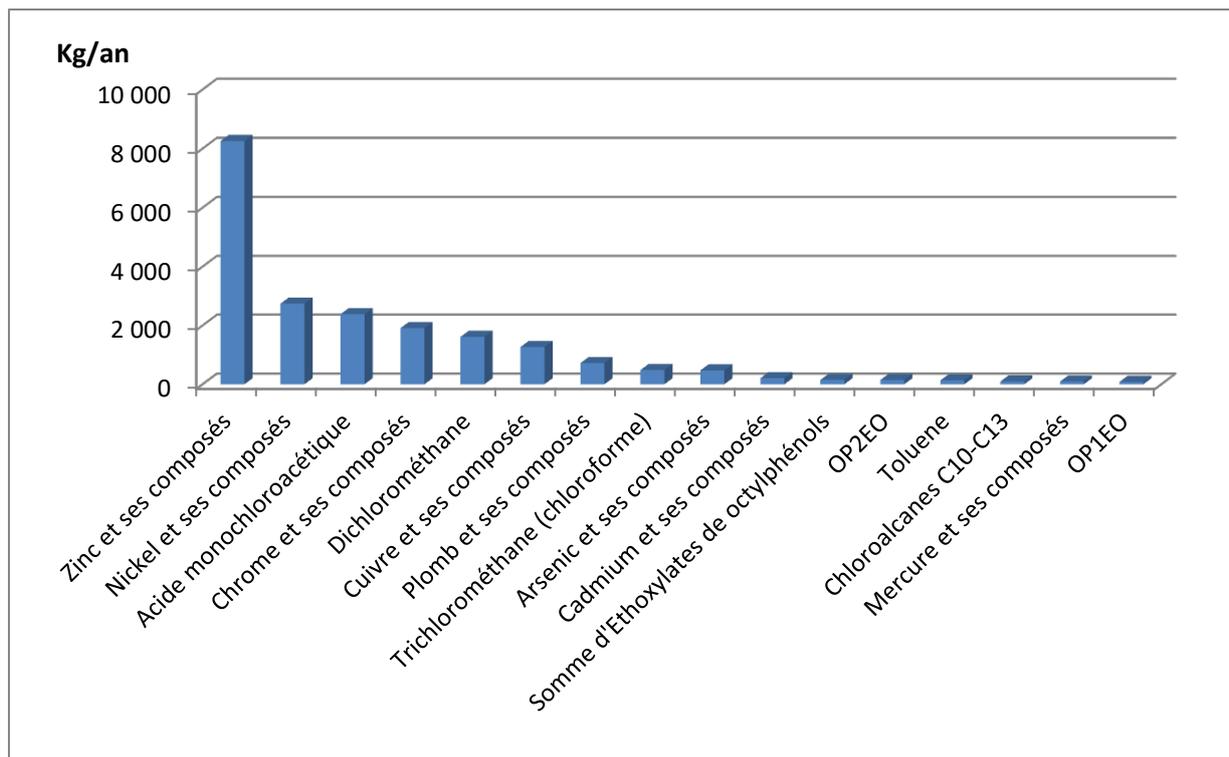


Figure n°12 : Plus gros flux en Kg/an émis par les établissements industriels (577 sites - données GERP et RSDE)

Les flux des autres métaux et métalloïdes s'élèvent respectivement à 2 742 Kg/an pour le nickel, 1 910 Kg/an pour le chrome, 1 267 Kg/an pour le cuivre, 721 Kg/an pour le plomb, 474 Kg/an pour l'arsenic, 207 Kg/an pour le cadmium et 92 Kg/an pour le mercure.

Les composés chlorés constituent la deuxième famille de substances la plus rejetée avec 2 383 Kg/an d'acide monochloroacétique, 1 610 Kg/an de dichlorométhane et 483 Kg/an de trichlorométhane.

Selon l'étude sur l'analyse de l'acide monochloroacétique dans les eaux de surface Aquaref-INERIS (DRC-19-158303-01511A – février 2019), l'acide monochloroacétique est principalement utilisé dans l'industrie pour la production d'une grande variété de composés tels que les médicaments, colorants et pesticides. Il est par exemple utilisé en tant que précurseur pour la fabrication des pesticides suivants : glyphosate, MCPA (acide 2-méthyl-4-chlorophénoxyacétique) ou diméthoate. Les eaux usées des industries pharmaceutiques et chimiques et les eaux de refroidissement industrielles constituent ainsi une source de cette substance dans l'environnement. Cette substance a par ailleurs été incluse dans la surveillance régulière des eaux de surface via l'arrêté du 7 août 2015. Selon cette même étude, la polarité très marquée de cette molécule combinée à une faible masse moléculaire contribue à rendre son analyse relativement spécifique.

Les éthoxylates d'octylphénols sont rejetés à hauteur de 151 Kg/an dont 147 Kg/an pour le 4-octylphénol diéthoxylate (OP2EO) et 83 Kg/an pour le 4-octylphénol monoéthoxylate (OP1EO). Il est à noter que si les dérivés éthoxylés d'octylphénols ne présentent a priori pas de caractéristiques de perturbateur endocrinien, ils se décomposent en revanche dans l'environnement en 4-tertoctylphénol qui lui est un **perturbateur endocrinien** (fiche INERIS – DRC-16-158744-11472A – décembre 2016). Ces pourquoi ils figurent au même titre que ce dernier dans la liste des **substances extrêmement préoccupantes (SVHC) du règlement REACH.**

Le tableau récapitulatif des résultats figure en annexe 6.

En outre, la note de cadrage du Ministère apporte une précision quant au cas particulier du DEHP pour lequel aucun résultat ne permet de calculer ou estimer des flux pour les industries. **La présence de ce composé étant pourtant avérée, l'inventaire des émissions, pertes et rejets de**

micropolluants ne peut refléter une absence d'émission qui serait erronée. De fait, une estimation des flux de DEHP pourrait être faite sur la base des résultats de la campagne exploratoire RSDE 1. Cela n'a pas pu être fait dans le cas présent pour le bassin Loire-Bretagne mais il faut donc souligner l'absence de cette donnée importante.

En plus de ces établissements industriels classiques, **le bassin Loire-Bretagne compte cinq centrales nucléaires** de production d'électricité dont quatre sur la Loire et une sur la Vienne. **Les résultats issus de la campagne RSDE communiqués en 2014 réactualisés par ceux d'une campagne en 2019 sur l'un des sites ayant achevé ses travaux de substitution des condenseurs en laiton par des condenseurs en inox permettent d'estimer les flux globaux de ces installations à 26 250 Kg/an de cuivre, 12 102 Kg/an de zinc, 376 Kg/an de plomb et 692 Kg/an d'arsenic.**

Un autre site a fait l'objet de travaux et un troisième est à l'étude. Des mesures complémentaires permettront de réactualiser **le bilan des centrales nucléaires qui s'avère, à ce stade bien supérieur, à eux seuls, dans l'ordre décroissant pour le cuivre, le zinc et l'arsenic. Les flux en plomb rejetés s'élèvent tout de même à la moitié de l'ensemble des sites industriels recensés.**

L'impact milieu est néanmoins à relativiser s'agissant non seulement de grands fleuves mais aussi de paramètres pour lesquels la biodisponibilité doit être évaluée et dont la prise en compte aurait annulée tout déclassement potentiel des masses d'eau concernées.

Toutefois, il conviendrait de s'assurer de l'innocuité de la solution palliative au remplacement des condenseurs en laiton qui correspond à l'utilisation de la monochloramine. Cette dernière est en effet une substance présentant une certaine persistance dans l'eau (demi-vie jusqu'à 4.5 j selon les conditions environnementales) et une concentration moyenne annuelle à ne pas dépasser dans le milieu de 0,01 µg/l et une concentration maximale admissible de 0,1 µg/l.

Le tableau récapitulatif des résultats figure en annexe 6 bis.

SOURCES DIRECTES

Ruissellement des surfaces imperméabilisées (P6)

En conservant l'hypothèse utilisée pour l'état des lieux 2013 au niveau des rejets par temps de pluie macropolluants qui considère qu'il n'y a pas de déversement pour les réseaux séparatifs équipant les agglomérations de taille inférieure à 500 EH, car souvent récents, un débit journalier a pu être établi pour les autres agglomérations sur la base de deux types de pluies : pluie d'occurrence mensuelle et pluie annuelle selon la méthode décrite en annexe 2. L'application des concentrations proposées dans le guide national permet d'estimer des flux en Kg/an repris dans la figure n°13 ci-dessous.

Les métaux représentent les plus gros flux avec en particulier le zinc atteignant près de 65 800 Kg/an. Suivent ensuite le cuivre avec 7 400 Kg/an, le plomb avec 3 600 Kg/an et le chrome avec 1 700 Kg/an.

Les émissions de phtalates avec le DEHP s'élèveraient à 255 Kg/an, celles de diuron en tant que biocide à 94 Kg/an devant même les hydrocarbures aromatiques polycycliques. Les alkylphénols s'élèvent à 25 Kg/an pour les nonylphénols et 23 Kg/an pour les octylphénols.

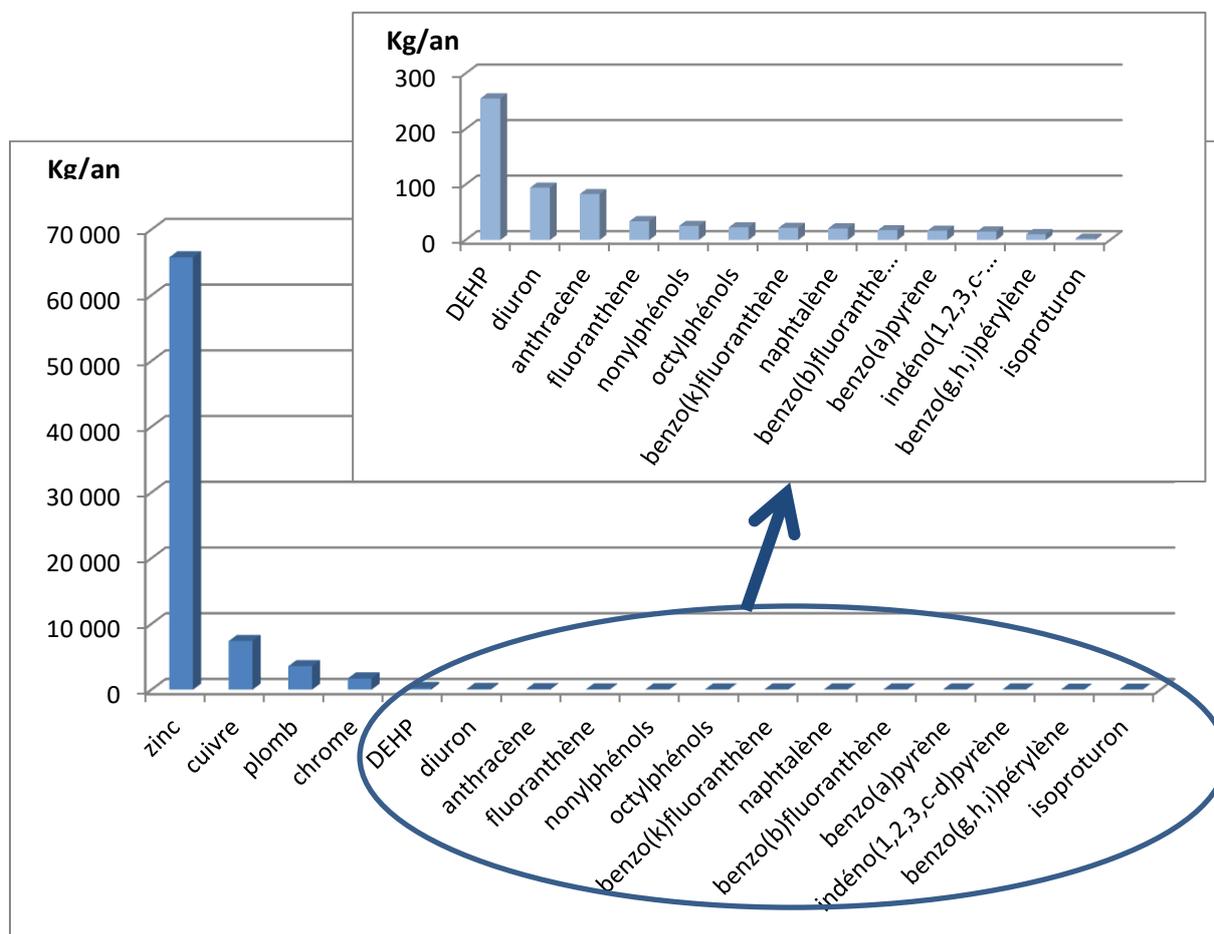


Figure n°13 : Plus gros flux en Kg/an émis par le ruissellement des surfaces imperméabilisées (P6)

Le DEHP, bien que son utilisation soit en décroissance, reste employé comme plastifiant dans l'industrie des polymères, et plus particulièrement dans la production de produits intermédiaires ou finis en PVC souple.

Le tableau en annexe 7 récapitule l'ensemble des résultats pour les 17 paramètres proposés par le guide et pour les 7 761 communes disposant d'un ouvrage épuratoire.

Rejets des déversoirs d'orage et des eaux pluviales des systèmes séparatifs (P7)

La note du ministère insistant sur la pris en compte de mesures avant tout, il est décidé pour cette voie d'émission de ne comptabiliser dans un premier temps que les déversements connus, soit 1087 ouvrages équipés répartis comme suit :

- 382 déversoirs d'orage de réseaux unitaires,
- 251 trop-pleins des réseaux qualifiés de majoritairement mixte,
- 454 trop-pleins des réseaux séparatifs.

Cela correspondant à 657 déversements réels auxquels L'application des concentrations proposées dans le guide national (annexe 2 et 3 selon le type de réseau considéré) conduit aux flux suivants selon la figure n°14 ci-dessous. .

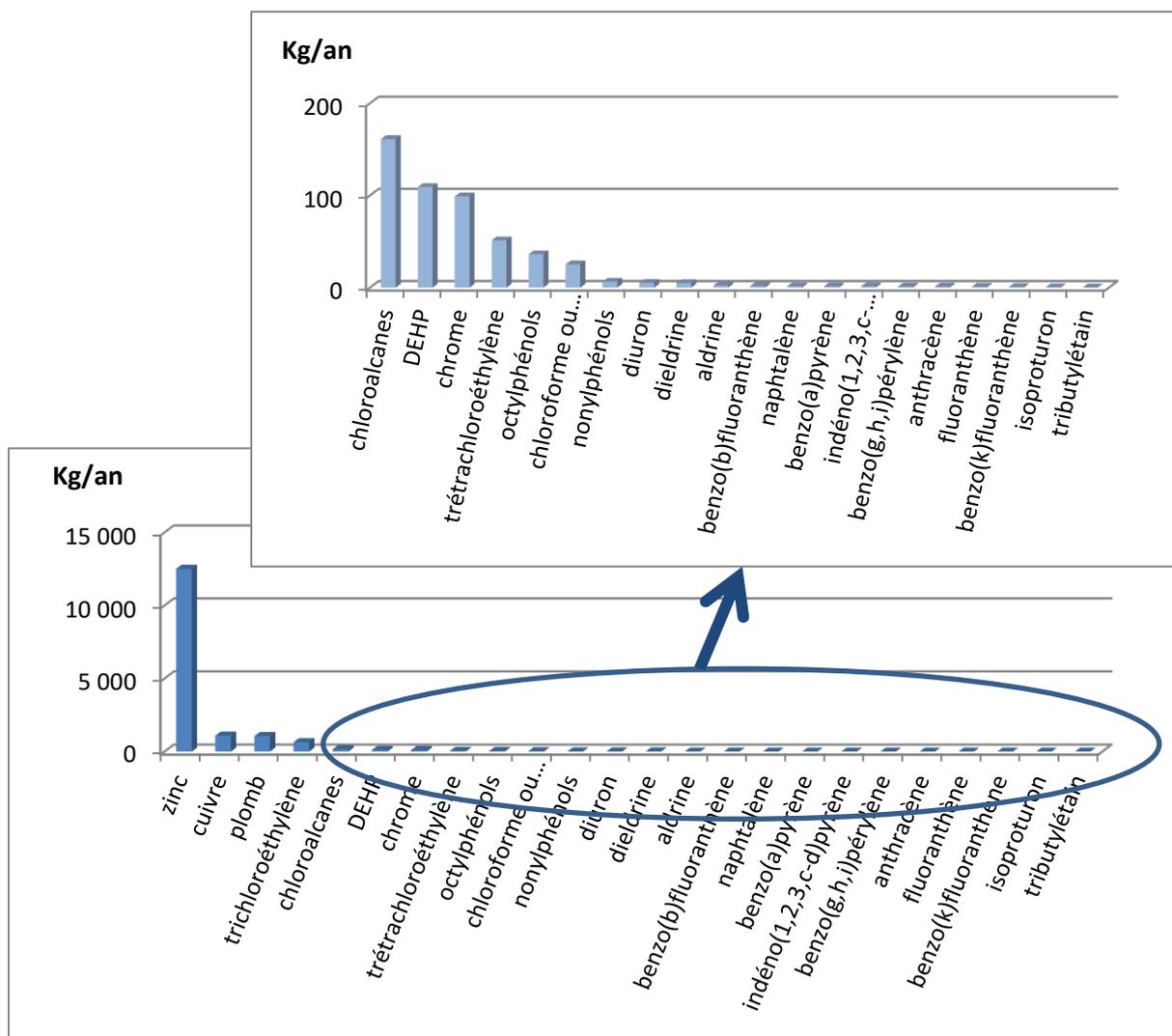


Figure n°14 : Plus gros flux en Kg/an émis par les déversements des réseaux en temps de pluie (P7)

A nouveau les métaux représentent les plus gros flux et en particulier le zinc avec 12 512 Kg/an pour les seuls 1 087 déversements. Le cuivre et le plomb correspondent à des flux respectivement de 1 092 Kg/an et 1 060 Kg/an. Les flux de chrome sont quant à eux plus faibles avec 99 Kg/an contre 640 Kg/an pour le trichloroéthylène. Ce solvant chloré est utilisé principalement pour le dégraissage et le nettoyage des métaux mais aussi dans l'industrie du caoutchouc, les produits d'entretien, les peintures et vernis. Le tableau récapitulatif des résultats figure en annexe 8.

Emissions directes des mines abandonnées (P11) :

Les travaux réalisés entre 2009 et 2012 par le groupement d'intérêt public GEODERIS ont consisté à établir un inventaire des déchets miniers (anciens dépôts de stériles et de résidus de traitement du minerai) à partir de la Base de Données des Sites et Titres Miniers (BDSTM) de chaque région et des documentations existantes, éventuellement complétées des informations issues des sites BASOL et BASIAS.

Cela a permis de pré-sélectionner les dépôts à visiter et sur lesquels des analyses ont éventuellement pu être réalisées en complément. Ces dépôts ont ensuite été classés en fonction du risque potentiel qu'ils présentent pour l'environnement et la santé humaine (de A – sans risque à E – risque potentiel pour les sites d'anciennes exploitations dites polymétalliques) et selon leur niveau de stabilité (de I – stable à III – instable susceptible de présenter un risque). Les dépôts classés E, D et III a minima ont fait l'objet de fiches descriptives détaillées avec photos. Ces dépôts ont ensuite été regroupés par secteur selon des critères géologiques, géographiques ou administratifs.

Le travail ainsi réalisé par GEODERIS a permis à la France de notifier à la Commission européenne en avril 2012 **une liste de sites prioritaires à traiter** (https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/2017%2003%2017%20Tableau_Mise_en_ligne%20Inventaire%20DIE%20pour%20site%20internet.pdf), comprenant, pour les déchets miniers :

- 23 secteurs de mines polymétalliques, dont 7 se trouvent sur le bassin Loire-Bretagne, soit près d'un tiers :

Région	Dpt	Nom du secteur	Titres miniers concernés	Substances exploitées
Auvergne	43	Marsanges	Marsanges-la-Dreyt, Praticlos, Barlet	Fluorine
Auvergne	63	Auzelles	Saint Amant Roche Savine Auzelles, Sagne	Plomb
Auvergne	63	Barbecot-Roure	Roure, Barbecot, Vielleville	Plomb
Auvergne	03	Montmins	Montmins	Tungstène
Bretagne	35	La Touche	La Touche	Plomb
Pays de Loire	44	Abbaretz	Abbaretz	Étain
Pays de Loire	49	Sègre	Limele, Queille, Les Aulnaies, Saint-Barthélémy	Fer

Tableau n°13: Sites miniers polymétalliques prioritaires du bassin Loire-Bretagne (source MTES)

- 1 secteur de mine d'uranium situé sur le bassin Loire-Bretagne (site des Bois Noir- Limouzat dans le 42)

Le Bassin Loire-Bretagne est donc très marqué par les résidus des anciennes activités minières. Si les sites les plus importants sont gérés au fur et à mesure par l'après-mines, il n'en demeure pas moins que les impacts locaux sur la qualité de l'eau peuvent être plus nombreux. En effet, une partie de ces dépôts, mobilisée par les agents d'érosion, peut parvenir sous forme dissoute ou particulaire jusqu'aux rivières et contaminent ainsi toute la chaîne alimentaire.

Le BRGM a recensé jusqu'à 460 sites représentés sur la figure ci-après.

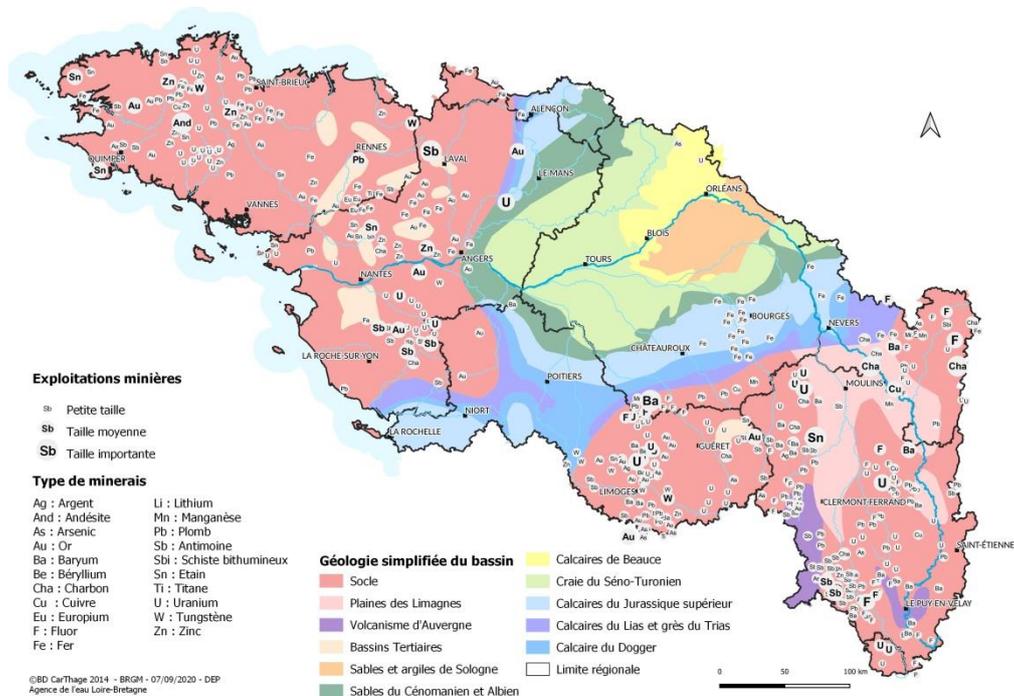


Figure n°15 : Carte des sites miniers bassin Loire-Bretagne (source AELB)

L'agence de l'eau assure la surveillance de la qualité des cours d'eau et dispose d'éléments d'études au regard de l'impact écotoxicologique des micropolluants qui comprennent notamment les métaux. Elle a par ailleurs financé ou co-financé diverses études pour appréhender le devenir de ces métaux et en particulier une étude réalisée par A. Courtin-Nomade¹⁷ sur les conséquences de la mobilité des métaux émis par d'anciens sites miniers.

Cette étude qui a porté sur trois districts miniers (Pontgibaud, Auzelles et Brioude-Massiac) a montré que ces sites présentaient des contaminations des cours d'eau très élevées sur des distances notables, d'où leur classement en sites prioritaires rapportés à l'Europe. Les apports dus aux mines ainsi relevés sont jusqu'à 100 fois supérieurs aux valeurs de référence locale. L'impact évalué par des tests de toxicité aigues ont été également mis en évidence la dangerosité de ces apports au milieu. Par ailleurs, les comportements des phases porteuses sont différents d'un district à l'autre mais également au sein d'un même district comme celui de Pontgibaud ce qui rend complexe l'appréciation des capacités de remobilisation des métaux.



¹⁷ A. Courtin-Nomade – Laboratoire GRESE- Université de Limoges : Projet MetMines : conséquences de la mobilité des métaux émis par d'anciens sites miniers (2012-2015).

Figure n°16 : Haldes et ruissellement d'anciens sites miniers (source A. Courtin Nomade)

Enfin, cette étude indique la nécessité de compléter ce diagnostic par des évaluations écologiques via des outils intégrateurs bio-logiques, au droit des sites et à l'échelle de la masse d'eau ainsi que par des analyses du biote poisson pour le volet sanitaire. Il y a en effet des secteurs où la consommation du poisson est interdite par arrêté préfectoral. C'est le cas par exemple sur Le Miodet depuis 2010 en raison de la contamination en cadmium et en plomb de la chair des poissons supérieure aux seuils fixés par la réglementation européenne CE n°1881/2006 (cf. <http://www.puy-de-dome.gouv.fr/interdictions-de-consommation-de-poissons-sur-a2049.html>).

Ainsi, la présence des terrils d'anciennes activités minières peut contribuer à la non atteinte du bon état écologique et chimique des cours d'eau. Ainsi le Don est déclassé par l'arsenic (état moyen). Les teneurs relevées à la station de mesure située à Guémené-Penfao indiquent une teneur moyenne de 2.5 µg/l en 2018 pour une PNEC fixée à 0.83 µg/l. L'une des pistes possible explicative est l'ancien site minier d'Abbaretz situé à environ une trentaine de kms en amont sur le Sauzignac pour lequel aucune donnée de qualité n'est disponible.

Ce site fait en effet parti des sites prioritaires notifiés à l'Europe comme cité précédemment. Dans ce cadre, l'Agence de l'eau a financé en 2018 une pré-étude sur le transfert des contaminants métalliques et métalloïdes dans les compartiments sol, sédiments et eaux de surface¹⁸ pour confirmer l'impact probable du site d'Abbaretz. Cette a mis en évidence la présence d'encroutements retrouvés dans les cours d'eau contenant plus de 3000 mg/kg de matière sèche d'arsenic considérant que des teneurs supérieures à 50mg/kg de matière sèche ont des effets néfastes sur les invertébrés, micro-organismes et les plantes (INERIS – 2010). Les différentes investigations menées permettent d'estimer une masse d'arsenic « disponible » sur site de près de 4000 tonnes. Par ailleurs, des faciès argilo-limoneux riches en étain jusqu'à 800 mg/kg de matière sèche ont également été mis en évidence.



Figure n°17 : Site d'Abbaretz (source A. Simonneau et al.)

Des travaux de mise en sécurité sont actuellement en cours par le BRGM qui, de son côté, dispose, pour pouvoir mener son activité dans le domaine de l'après-mine, d'un département spécifique doté d'une direction nationale et d'une Unité Programmation et Méthodes (UPM) située à Orléans, ainsi que de quatre unités territoriales après-mine (UTAM), dont une à Orléans également qui couvre tout le centre ouest et donc le territoire du bassin Loire-Bretagne.

Seule la combinaison complémentaire des actions et des connaissances de ces deux établissements permettrait de répondre aux différentes exigences européennes, dans le prolongement de l'action n° 27 du plan micropolluant 2016-2021 « Inventorier et Caractériser les sites de stockage de résidus d'anciennes industries extractives ». Un renforcement des relations et des échanges serait donc à privilégier et ce d'autant que l'activité minière a des vellétés de reprise comme l'indique le tableau ci-dessous issu du tome 1 de « L'industrie minière et activité minière en France » – Février 2017 (collection La mine en France - MTES - INERIS - BRGM - Mines et Société). La moitié des sites se situe sur le bassin Loire-Bretagne.

¹⁸ A. Simonneau et al. - CNRS UMR7327 ISTO – transfert des contaminants métalliques et métalloïdes dans les compartiments sol, sédiments et eaux de surface (2018-2019).

PER octroyés				
PER	Société	Département(s)	Gîte(s)/Gisement(s) connu(s)	Substances
Beaulieu	Variscan Mines	44	Abbaretz, Beaulieu, La Chenaie	Sn, W, Au, Ag, Nb, Ta, Mo, Li, In, Ge
Beauvoir	IMERYS	03, 63	Echassières	Li, Sn, Ta, Nb, W, Be
Bonneval	Cordier Mines SAS	87, 24	Le Bourneix, Laurières, Leycuras	Au, Ag, Sb
Couffens	Variscan Mines	09	Salau	W, Sn, Bi, Mo, Zn, Pb, Cu, Au, Ag
Loc Envel	Variscan Mines	22	Coat-An-Noz	W, Mo, Cu, Zn, Pb, Sn, Au, Ag
Merléac	Variscan Mines	22	Porte-aux-Moines	Cu, Zn, Pb, Au, Ag
Saint-Pierre	Variscan Mines	85	La Bellière	Au, Ag
Silfiac	Variscan Mines	56	Plélauff	Zn, Pb, Cu, Au, Ag, Ge
Tennie	Variscan Mines	53	Rouez	Cu, Zn, Pb, Au, Ag
Villeranges	Cominor	23	Villeranges	Au, Cu, Ag, Zn, Sb, Sn, W
PER en instruction				
PER	Société	Département(s)	Gîte(s)/Gisement(s) connu(s)	Substances
Kanbo	Sudmine	64		Au
Olivet	SGZ France	53	La Lucette	Sb, Au, Ag, Pb, Zn, Ge, In
Penlan/Lopérec	SGZ France/Sudmine	29	Lopérec	Au, Ag
Vendrennes	SGZ France	85	Rochetreyoux	Sb, Au

Tableau n°14 : Situation (au 31/12/2015) de l'octroi et des demandes de permis exclusifs de recherches pour la France métropolitaine (source www.mineralinfo.fr) – (tableau n°2 de L'industrie minérale et activité minière en France » – Février 2017

SOURCES DIFFUSES

Retombées atmosphériques (P1) :

La surface de cours d'eau déterminée par le modèle PEGASE s'élève à 41,42 km² pour le sous-bassin vendéen, 698,05 km² pour le sous-bassin de la Loire et 122,96 km² pour le sous-bassin de la Bretagne.

L'application à ces surfaces des données bibliographiques du guide national en termes de flux annuel au km² par substance permet de déterminer des flux annuels moyen, maximaux et minimaux pour les métaux, les HAP et l'hexachlorobenzène. Il en ressort que les plus gros flux estimés via les retombées atmosphériques sont les métaux dont les résultats sont représentés ci-dessous. Le cuivre et le zinc s'avèrent de loin les deux substances les plus émises avec respectivement des flux moyens de 6 425 Kg/an et 2 570 Kg/an. Le tableau récapitulatif de l'ensemble des paramètres estimés est repris en annexe 9.

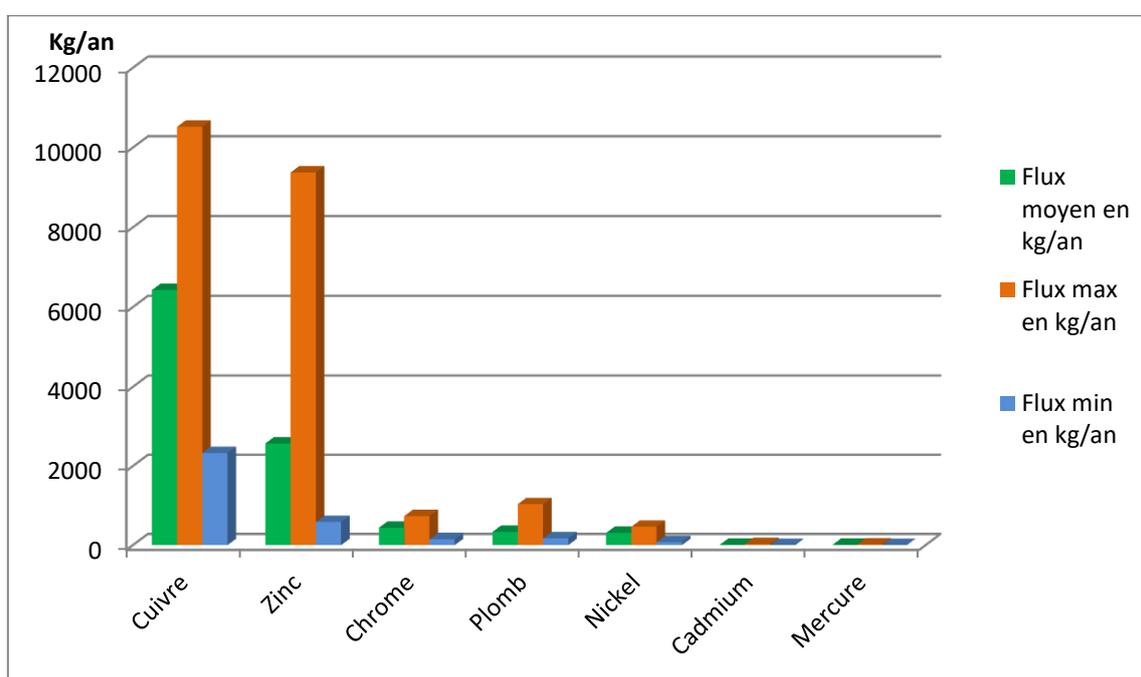


Figure n°18 : flux métalliques émis par les retombées atmosphériques (P1)

La présence de zinc n'est pas surprenante s'agissant de l'une des substances les plus quantifiées dans les rejets et pouvant découler de l'activité industrielle en particulier la métallurgie des métaux ferreux (selon le CITEPA) mais aussi des transports et du traitement et élimination des déchets.

Les émissions de zinc du secteur routier proviennent d'une part de la remontée d'une partie de l'huile moteur dans la chambre de combustion et d'autre part de l'abrasion des routes, des pneus et des freins (source fiche INERIS –DRC-14-136881-02237A – septembre 2015).

Les émissions de cuivre quant à elles proviennent majoritairement des transports. En France en 2011 (source fiche INERIS – DRC-14-136881-02336A – mars 2015), le secteur du transport routier représente 68 % des émissions atmosphériques totales de cuivre et le secteur des transports ferroviaires 24 %.

Emissions en domaine agricole (P2, P3 et P5) :

Avec une surface agricole utile de 121 910 km² représentant près de 78 % de sa superficie totale de 156 870 km², le bassin Loire-Bretagne ne peut être que très marqué par l'activité agricole.

Ruissellement depuis les terres perméables (P3) :

Produits phytosanitaires :

La distribution des apports de produits phytosanitaires calculés à partir de la moyenne des ventes sur la période 2015-2017 met en évidence le **glyphosate au premier rang des émissions avec 93 901 Kg/an** alors que les autres substances ont un flux inférieur à 7 000 Kg/an, à l'exception de trois autres molécules à savoir : le prosulfocarbe, la pendiméthaline et le chlorthaloniol qui ont des flux respectivement de 27 631 Kg/an, 18 216 Kg/an et 10 647 Kg/an.

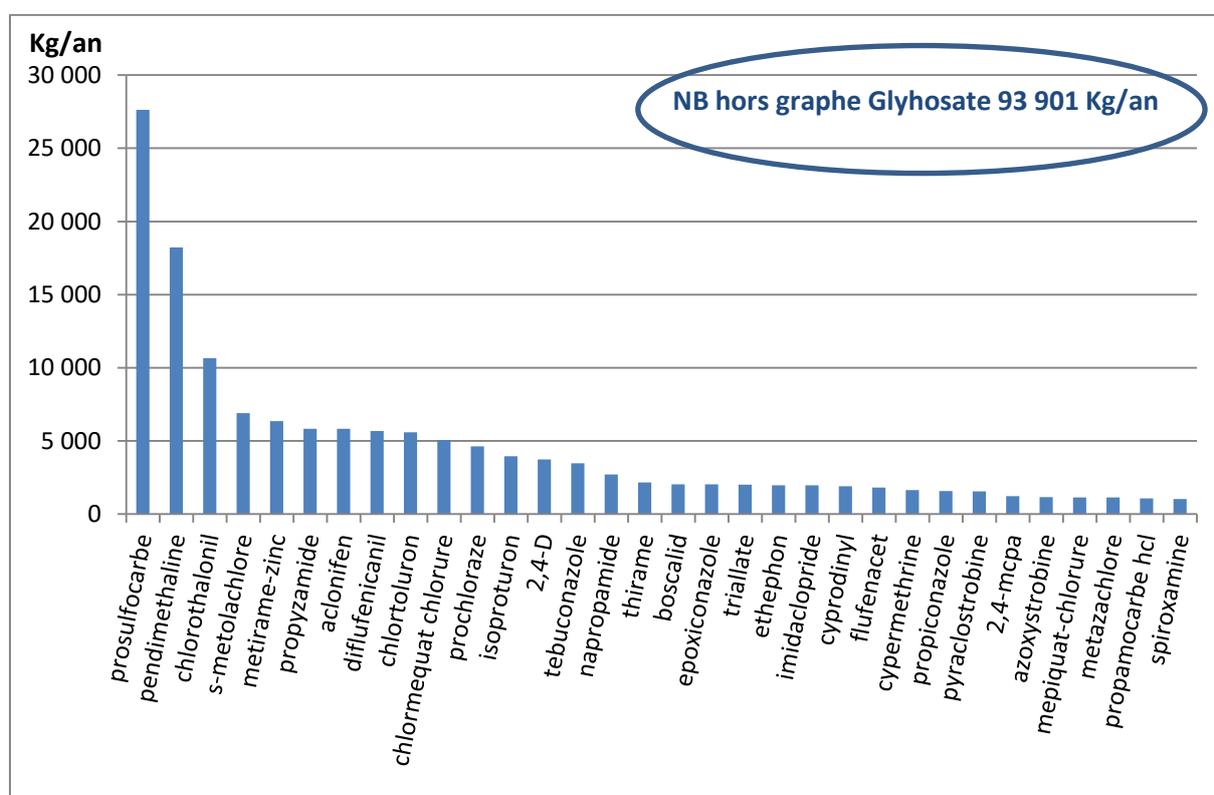


Figure n°19 : Flux des phytosanitaires émis par le ruissellement depuis les terres perméables (P3)

A titre de comparaison, les résultats évalués selon la méthode du guide national à partir également des ventes sur la période 2015-2017 mettent également en tête le glyphosate avec un flux annuel moyen de près de 11 700 Kg. Trois autres substances ont des flux moyens compris entre 1 500 et 2 100 Kg/an. Il s'agit également de trois herbicides : la pendiméthaline, l'isoproturon et le chlortoluron (cf figure n°20).

Concernant l'isoproturon, cette molécule est interdite depuis 2017. Entre 2015 et 2017, les ventes annuelles avaient d'ores et déjà chuté, passant de 775 356 Kg à 13 409 Kg. Les flux ci-dessus ne devraient donc pas apparaître dans le prochain inventaire et ce quelle que soit la méthode appliquée.

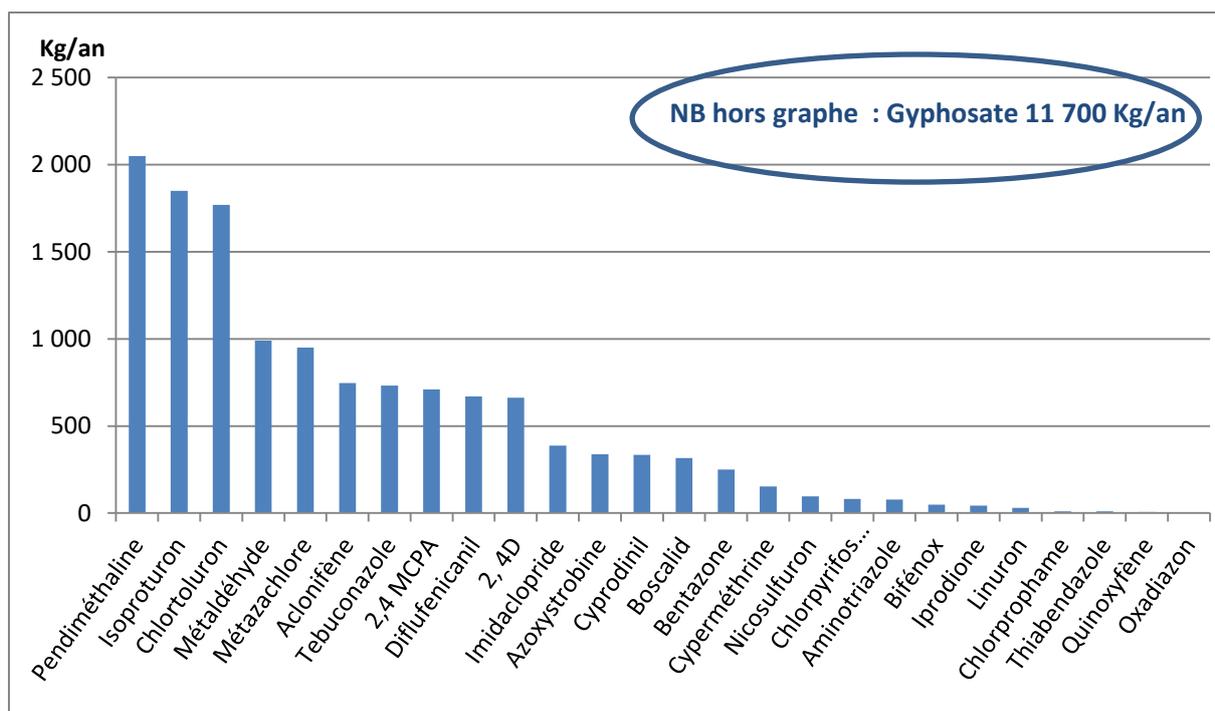


Figure n°20 : Flux des phytosanitaires émis par le ruissellement depuis les terres perméables méthode du guide nationale (P3)

Il est à noter que cette approche est restreinte à la seule appréciation des ventes et que si elles donnent des indications sur les produits les plus vendus et de fait les plus potentiellement transférés au milieu aquatique, **le volet écotoxicologique lui n'est absolument pas pris en compte.**

C'est pourquoi, cette évaluation d'apports au milieu est complétée par une évaluation du potentiel toxique (PoTOX), à savoir les quantités d'apport aux cours d'eau ramenées à la valeur de la concentration prédictive de non effet (Predicted No Effect Concentration : PNEC) pour chaque voie de transfert.

Le classement ainsi obtenu donne une image plus juste des pressions exercées par les phytosanitaires sur l'environnement même si ce calcul reste partiel et nécessiterait d'être complété par la prise en compte des conditions réelles d'application (météo, doses réelles) et le niveau de toxicité.

Ainsi, la cyperméthrine, substance prioritaire introduite par la directive 2013/39/UE du 12/08/2013 et molécule la plus toxique de toutes les molécules ciblées compte tenu d'une PNEC très faible, à savoir 0,000082 µg/l, présente un enjeu particulièrement fort avec un PotOX de 20 166. Ce dernier s'avère de très loin supérieur à celui des autres molécules qui sont tous inférieurs à 3 000 comme l'indique la figure n°21. De plus il s'agit de la substance de l'état chimique qui décline le plus les masses d'eau. **Son impact est donc plus conséquent que n'aurait pu le laisser penser la simple évaluation de la quantité de ses rejets au milieu** pour laquelle elle n'occupe que le 25^{ème} rang des apports par ruissellement.

Les autres molécules présentant un potentiel toxique important sont la deltaméthrine, la lambda-cyhalothrine et la tefluthrine. Or, ces substances ne sont pas dans les listes réglementaires de surveillance des milieux (état chimique et état écologique) ni de l'inventaire. Il serait donc pertinent d'envisager des actions de modifications des pratiques agricoles et d'étudier leurs occurrences de contamination dans les milieux aquatiques. **Ceci est d'autant plus intéressant que les ventes de lambda-cyhalothrine et la tefluthrine sont en nette augmentation en 2018.**

A l'inverse, pour le glyphosate, la prise en compte de sa toxicité permet de relativiser le résultat initialement obtenu. En effet, bien qu'il soit de loin l'herbicide le plus utilisé du fait de son utilisation généralisée, son niveau de toxicité, pris isolément sans adjuvant, est en revanche le moins fort de toutes les molécules ciblées. En revanche, son impact réel sur l'environnement peut quant à lui être

modifié en fonction de l'adjuvant associé qui peut venir largement renforcer son action d'où les problèmes que cette molécule pose aujourd'hui.

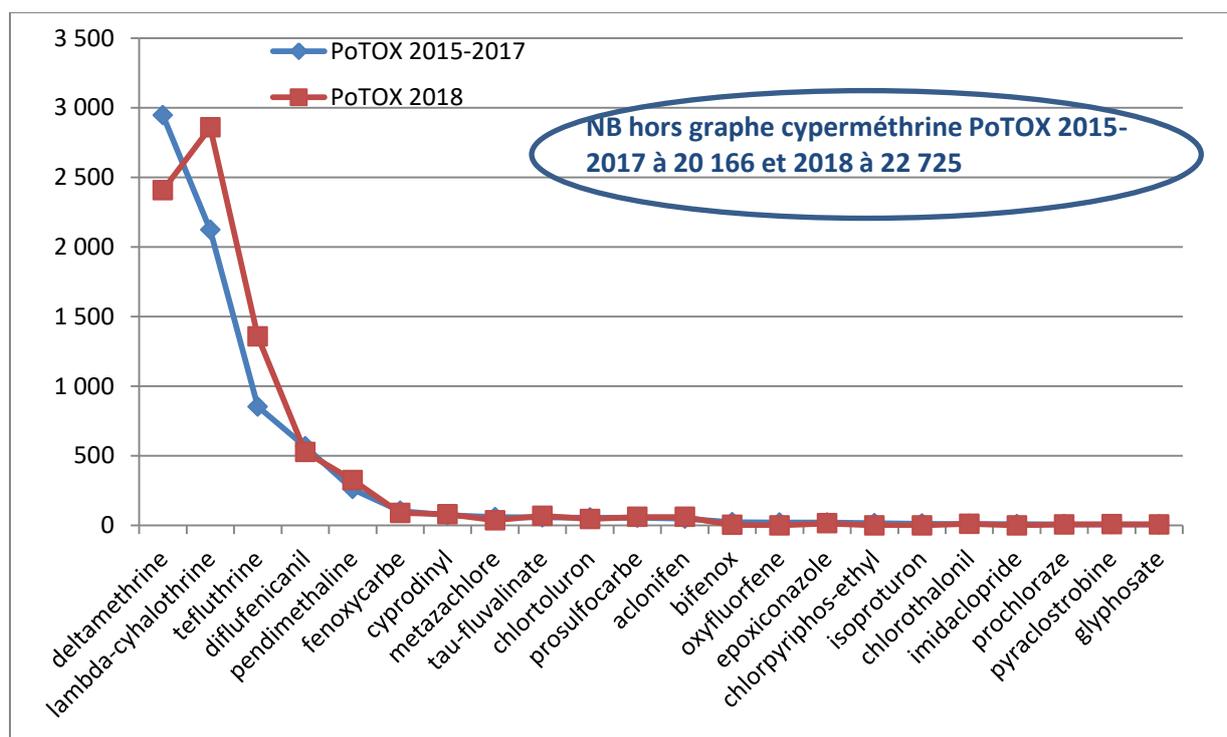


Figure n°21 : Potentiel toxique des apports par ruissellement évalué pour 2015-2017 et 2018

Il en est de même pour le prosulfocarbe et le chlorothalonil dont les potentiels toxiques sont respectivement de 55 et 11. **En revanche, la pendiméthaline et le diflufenicanil apparaissent dans le top 10 des deux classements.**

L'ensemble des résultats figurent en annexe 10.

Les éléments traces métalliques :

Concernant les éléments métalliques, le zinc et le cuivre sont particulièrement rejetés avec des estimations atteignant en moyenne 25 065 Kg/an pour le zinc et 7 802 Kg/an pour le cuivre. Les flux des autres éléments sont en moyenne inférieurs à 2 000 Kg/an (1 658 Kg/an de chrome, 1 170 Kg/an de plomb, 927 Kg/an de nickel mais aussi 219 Kg/an d'arsenic, 88 Kg/an de cadmium et 20 Kg/an de mercure) mais présentent de grosses variations entre les quantités minimales et maximales estimées, pouvant même induire un classement différent, en particulier pour le plomb. (cf annexe 10 bis pour l'ensemble des résultats).

Ces apports sont donc loin d'être négligeables et nécessiteraient tout de même une investigation plus poussée.

A titre de comparaison, dans le cadre d'une étude pour l'évaluation de l'état chimique du bassin Loire-Bretagne en 2012, les apports au sol des éléments traces métalliques ont été estimés. Pour le domaine agricole, ces derniers s'élevaient pour le zinc à 6 770 T/an dont 114 T provenant de produits phytosanitaires, 156 T provenant des engrais et 6 500 T provenant des lisiers, et pour le cuivre à 2 191 T/an dont 463 T provenant de produits phytosanitaires, 28 T provenant des engrais et 1 700 T provenant des lisiers. Les apports ainsi répertoriés s'avèrent bien supérieurs aux besoins des cultures conduisant à une accumulation dans la couche superficielle des sols constituant des stocks considérables dont la remobilisation est variable selon les pluies et le pH du sol en particulier.

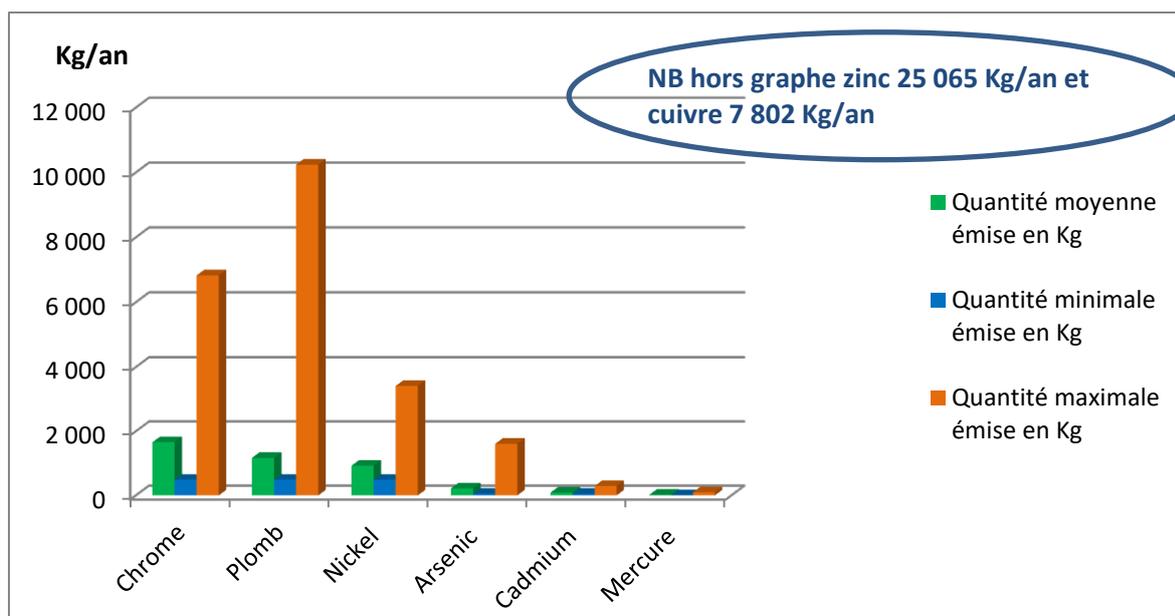


Figure n°22 : Flux des éléments traces métalliques par ruissellement (P3)

Drainage (P3) :

Pour les apports par drainage, ce sont les molécules à fort grammage qui arrivent en tête du classement potentiel toxique. L'interdiction de l'isoproturon est d'autant plus visible pour l'année 2018. **Il faudrait porter une attention sur les molécules de substitutions, ce qui milite pour la réactualisation de l'inventaire des pratiques agricoles à l'échelle du bassin.** L'ensemble des résultats figure en annexe 11.

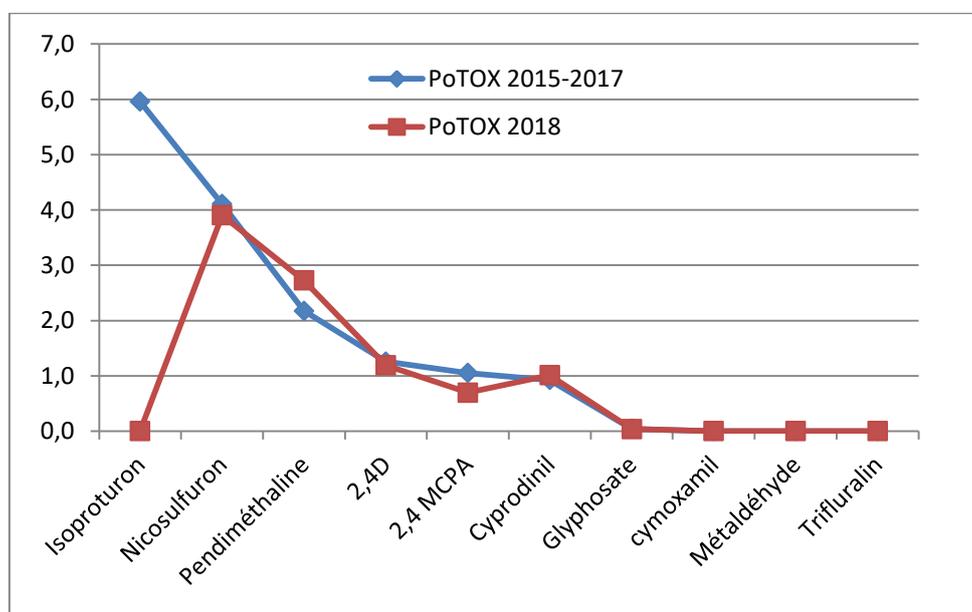


Figure n°23 : Potentiel toxique des apports par drainage évalué pour 2015-2017 et 2018

Erosion (P2) :

Concernant les apports par érosion, le classement par potentiel toxique fait à nouveau ressortir la cyperméthrine avec un potentiel de 18 531 en 2015-2017 et 20 889 en 2018. Les

autres molécules ont un potentiel toxique très inférieur. La figure n°24 en présente les plus importants avec de gros écarts malgré tout entre eux. **La pendiméthaline ressort à nouveau. Cette substance de l'état écologique d'autres bassins mériterait donc d'intégrer aussi les polluants spécifiques du bassin Loire-Bretagne.** L'ensemble des résultats figure en annexe 12.

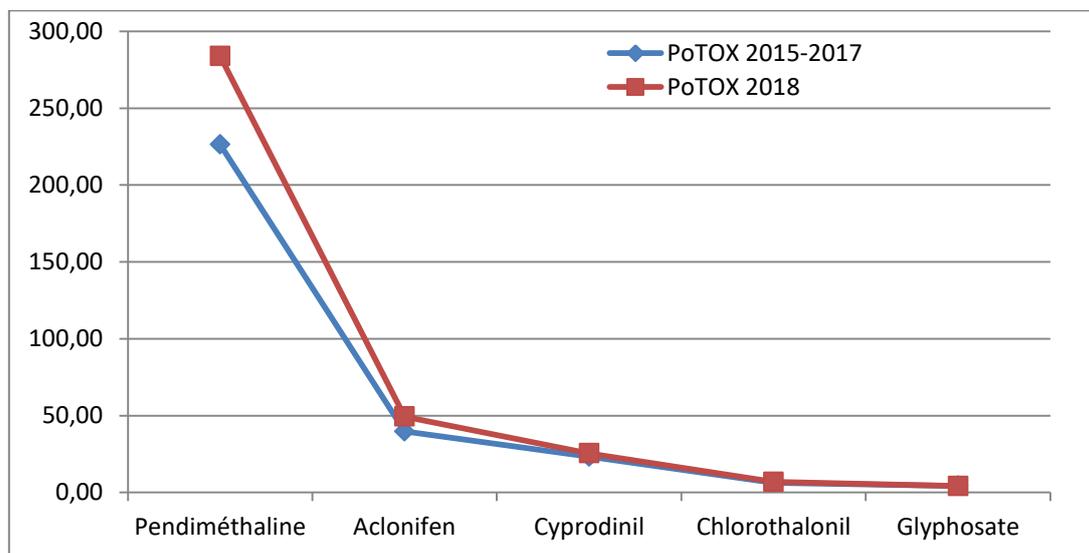


Figure n°24 : Potentiel toxique des apports par érosion évalué pour 2015-2017 et 2018

Dérive de pulvérisation (P5) :

Concernant les apports par dérive de pulvérisation, les molécules arrivant en tête du classement du potentiel toxique sont la **cyperméthrine, la lambda-cyhalothrine, la deltaméthrine, la téfluthrine, le diflufénicanil, le métazachlore, la pendiméthaline et le fenoxycarbe avec respectivement un potentiel allant de 713 à 7,7 pour la période 2015-2017.**

Au-delà de ce classement, il peut être intéressant d'observer les différences entre les potentiels toxiques obtenus à partir des ventes 2015-2017 et 2018. Cela permet en effet de dégager des tendances et de mettre en évidence des gains de rang considérables pour des molécules qui n'auraient qu'un faible potentiel toxique mais pour lesquelles une vigilance pourrait être pertinente. La figure n°25 indique ainsi les molécules à plus fort gain de rang.

Ainsi, le phosmet qui est un insecticide utilisé sur les plantes et les animaux (traitement des pommiers contre le carpocapse, cultures fruitières et ornementales, traitement des vignes contre les pucerons, mais aussi traitement contre les acariens et mouches des fruits) **a vu ses ventes multipliées par cinq entre la période 2015-2017 et 2018 le faisant passer du 77^{ème} rang dans le classement du potentiel toxique 2015-2017 au 34^{ème} rang de celui du potentiel 2018, soit un gain de 43 places.** Or, le phosmet s'avère non seulement **hautement toxique pour les abeilles** (<http://extoxnet.orst.edu/pips/phosmet.htm>) mais selon une étude de 2010, il **contribue à augmenter les risques d'apparition du trouble du déficit de l'attention/hyperactivité chez l'enfant** (« organophosphate pesticides linked to ADHD » <https://www.medscape.com/viewarticle/721892>).

De même, la **terbuthylazine voit ses ventes exploser passant de 391 Kg/an pour la période 2015-2017 à 55 008 en 2018.** Il faut dire que cet herbicide, qui a été interdit en 2003 pour le désherbage de la vigne et dont les produits qui en contenait avaient déjà été interdits en 2002 pour les autres usages, a été à nouveau autorisé depuis 2017 pour un usage sur maïs. **Cette substance passe ainsi du 115^{ème} rang dans le classement du potentiel toxique 2015-2017 au 16^{ème} rang de celui du potentiel 2018, soit un gain de 99 places.**

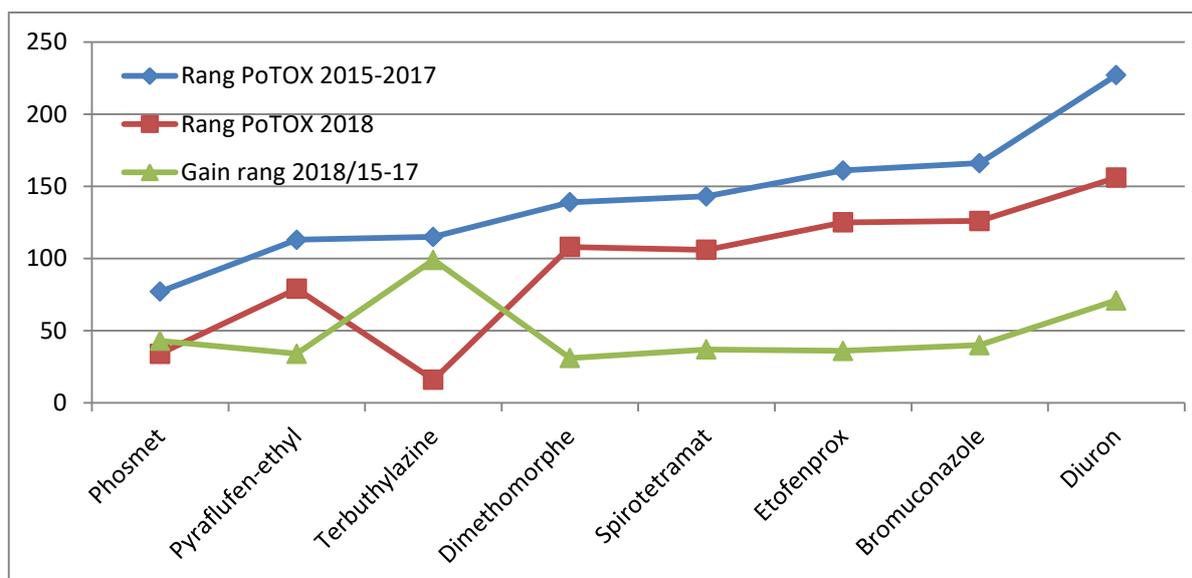


Figure n°25 : Molécules à plus fort gain de rang de potentiel toxique entre 2018 et 2015-2017

De son côté, **le diuron**, herbicide interdit en 2003 pour les usages agricoles et pour lequel les autorisations de mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques en contenant pour tous les usages agricoles ont été également retirées en 2007, est cependant toujours autorisé pour les usages biocides. Alors que les ventes pour la période 2015-2017 varient de moins d'un Kg/an à 4,1 Kg/an, celles de 2018 s'élèvent à 145,5 Kg/an. Si cette molécule demeure plutôt dans le bas des classements passant **du 227^{ème} rang dans le classement du potentiel toxique 2015-2017 au 156^{ème} rang de celui du potentiel 2018**, il n'en demeure pas moins un gain important de 71 places. Il serait intéressant de comprendre sur quels produits spécifiquement la BNVD a enregistré une telle hausse des ventes et les usages correspondants.

Ainsi, le suivi des ventes avec évaluation du potentiel toxique est un bon indicateur de tendance pour adapter la stratégie de surveillance de contamination des milieux aquatiques.

L'ensemble des résultats figure en annexe 13.

Emissions globales en domaine agricole :

Dans cet exercice la principale difficulté provient du nombre variable de substances pouvant être prises en compte selon les voies d'apports du fait que la modélisation réalisée lors des travaux FOOTWAYS n'a pas couvert l'ensemble des molécules pouvant être considérées pour la dérive et le ruissellement, lui-même étant limité à la connaissance des données Koc et DT50. Cependant, des tendances très nettes se dégagent.

Ainsi, la dérive est la voie la mieux renseignée avec 237 molécules en 2018. Ce nombre est en décroissance par rapport à la période 2015-2017 (252 molécules) du fait des interdictions. Les apports correspondant s'élèvent respectivement à 22 119 K/an et 24 447 Kg/an.

Pour le ruissellement, les apports au milieu sont de 250 745 Kg/an en 2018 pour 192 molécules considérées et 257 723 Kg/an pour la période 2015-2017 pour 204 molécules.

Concernant l'érosion, les apports au milieu s'élèvent à 92 639 Kg/an en 2018 et 89 575 Kg/an pour la période 2015-2017 pour 19 molécules renseignées.

Enfin le drainage correspond à un apport de 3 835 Kg/an en 2018 et 6 049 Kg/an pour la période 2015-2017 pour 10 molécules renseignées.

Le nombre de molécules pris en compte étant différent pour chaque voie, la comparaison doit se faire en proportion. Pour cela, le ratio (apport / vente de la période considérée) permet de déterminer les

pourcentages de contribution et il apparaît que le ruissellement contribue plus que l'érosion, elle-même contribuant dix fois plus que la dérive et le drainage. Toutefois, il faut garder à l'esprit que toutes les molécules, de par leurs caractéristiques ou usages ne contribuent pas à chacun des apports, comme c'est le cas des semences enrobées et les granulés anti-limaces.

L'approche par le potentiel toxique modifie le classement entre ces voies d'apport en minimisant les conséquences du drainage qui serait alors la voie la moins contributive.

Le classement des molécules selon ce potentiel toxique met quant à lui en évidence des molécules parmi les plus toxiques qui ne sont pas visées par l'exercice de l'inventaire des émissions et qui n'ont pas non plus été étudiées par modélisation. Or, entre les périodes 2015-2017 et l'année 2018, certaines s'avèrent avoir un potentiel toxique qui augmente fortement, jusqu'à 60 % pour la téfluthrine ou encore 35 % pour la lambda-cyhalothrine. La cyperméthrine, substance au plus haut potentiel toxique voit quant à elle ce dernier augmenter de 12 %.

Il est à noter que la BNVD permet d'accéder aux produits vendus, autorisant la distinction éventuelle des usages pesticides ou biocides pour des molécules ayant les deux usages, certains biocides n'étant pas du tout pris en compte dans la BNVD. La question pouvait se poser en particulier pour la cyperméthrine qui est utilisée pour de nombreux usages biocides, aussi bien sur les insectes volants que rampants mais aussi à usage vétérinaire ou pour la protection du bois, entre autres, qu'il aurait fallu distinguer pour ne pas les prendre en compte dans les voies d'émissions agricole. Il s'avère que sur la vingtaine de produits présents dans la BNVD, l'usage agricole est largement prépondérant.

En résumé, l'exercice du calcul des émissions des pesticides de plein champ est particulièrement complexe du fait du nombre de facteurs de contrôles, de l'ordre d'une vingtaine. Seule une modélisation permet leur prise en compte à l'échelle d'un bassin telle que celle réalisée par FOOTWAYS en 2012 qui serait de fait à réactualiser.

Toutefois le présent exercice permet de tirer des enseignements sur les contaminations potentielles des milieux et des règles de gestion de base.

À l'analyse des facteurs de contrôle des émissions des pesticides de plein champ, il est aisé de constater que ceux-ci sont, d'une part, nombreux et d'autre part, que les amplitudes d'émission sont de plusieurs ordres de grandeur selon les différents contextes agro-pédo-climatiques. Les ratios médians qui déterminent les apports devraient être améliorés pour la prise en compte de ces différents contextes et ainsi affiner le diagnostic à l'échelle des SAGEs ou contrats territoriaux.

Les variations météorologiques d'une année sur l'autre entraînent des modifications de traitement selon les adventices ou ravageurs de cultures. De ce fait une année et une seule n'est représentative que d'elle-même et peut être radicalement différentes des années précédentes ou suivantes. C'est particulièrement le cas pour les fongicides, molluscicides, insecticides. La prise en compte de trois années moyenne ces variations mais la question de ne retenir que la plus pénalisante pour le milieu pourrait se poser, notamment au regard des effets sur les milieux aquatiques.

Ainsi les pratiques délétères à l'échelle du bassin Loire-Bretagne peuvent être identifiées. Celles-ci devront guider la surveillance des milieux aquatiques et l'évaluation de l'état par la réactualisation de la liste des substances. Il est de même quant aux pratiques agricoles à risque qui peuvent être identifiées par le croisement des substances utilisées au regard des contextes pédo-climatiques sensibles.

La reconduction de l'exercice de l'inventaire des émissions doit aussi reposer sur une méthode permettant une comparaison des différents exercices par application des mêmes critères qui mettront en évidence les changements de pratiques consécutifs entre autre aux interdictions de matières actives avec substitution par d'autres.

Fond géochimique (P13) :

La littérature sur le sujet met en évidence de forte teneur en certains éléments dissous dans les eaux comme l'arsenic et de fortes variations annuelles des teneurs selon le mode d'alimentation, par des eaux de ruissellement ou des eaux souterraines, jusqu'à atteindre un facteur 6. Les expérimentations réalisées pour la mesure des contaminants dans le biote ont révélées que les eaux du bassin Loire-Bretagne se trouvaient plus fortement contaminées que la moyenne nationale pour l'uranium, le baryum et dans une moindre mesure pour le cobalt et le manganèse.

Une étude spécifique de l'évaluation du fond géochimique a été conduite sur un secteur métamorphique du massif central, avec de très faible présence et activités humaines. Ce travail fait ressortir les difficultés d'identification de ce fond géochimique et les analyses isotopiques démontrent même l'impossibilité de le caractériser pour le zinc, du fait de la trop forte prégnance des activités humaines. Les écarts de teneurs de fond géochimique d'un site à l'autre peuvent atteindre un facteur 10, ce qui laisse présager un travail important à conduire si l'on souhaite couvrir tout le bassin.

Aussi l'agence de l'eau a fait le choix, pour le moment, de privilégier un travail méthodologique afin de mettre à disposition un protocole de caractérisation des teneurs naturelles en s'appuyant sur des informations obtenues par l'analyse isotopique du plomb, du strontium et du carbone organique et inorganique dissous, pour l'identification de l'origine des eaux.

Il n'est pas envisageable de calculer des flux pour le moment mais seulement des degrés de contamination. En effet les éléments traces métalliques sont pour bon nombre d'entre eux hydrophobes et donc peuvent s'adsorber sur des particules et ainsi sédimenter dans des secteurs privilégiés. L'analyse des archives sédimentaires permet d'accéder à l'information des valeurs de référence. Des strates sédimentaires du XI^{ème} siècle ont été atteintes et démontrent qu'il faut remonter avant 1870 pour se trouver exempt de pollution en éléments traces métalliques. En effet le passé minier et sidérurgique du district Loire Bretagne et du bassin amont de la Loire en particulier a été très marqué. Une étude des archives sédimentaire à l'aval des principales rivières du bassin Loire-Bretagne est en cours pour des résultats en 2021.

COMPARTIMENTS SEDIMENTS ET BIOTE :

Une autre façon d'évaluer les émissions des micropolluants consiste à analyser les contaminations de deux autres compartiments, à savoir les sédiments et le biote, qui stockent, puis relarguent ces molécules.

Les sédiments :

En dehors des phénomènes naturels, les pollutions par des éléments non synthétiques, à savoir les métalloïdes et les métaux, remontent à l'antiquité. Ainsi, les pollutions par le plomb remontent aux Celtes et aux Romains et il faut attendre le milieu du XIV^{ème} pour voir une pause dans la pollution par le plomb au niveau des glaces dans les Alpes et de l'Arctique, lors de la pandémie de la peste noire de 1348. Puis, il faut attendre les années 1970 pour que les niveaux commencent à décroître durablement avec les premières mesures anti-plomb dans les carburants.

Les polluants organiques, hors HAP, voient quant à eux leur apparition avec l'avènement de l'ère de la chimie au cours de la seconde guerre mondiale¹⁹.

La diversité des substances et de leur usage sont innombrables et de ce fait leur circulation dans les écosystèmes et la biosphère est directement proportionnée à leur rémanence et ne font que croître du fait que les interdictions entraînent finalement l'apparition de nouvelles substances.

Les éléments traces métalliques et les composés organiques sont pour la plupart hydrophobes, et ils se retrouvent stockés dans le réservoir sédimentaire, associés aux particules et agrégats organo-minéraux. Les trois types de liaison complexation, sorption physique ou chimique²⁰, peuvent évoluer rapidement et de façon réversible en fonction des conditions du milieu qui sont modifiées selon les événements hydrologiques ou en raison d'interventions humaines (pH, température, force ionique), ce qui permet aux contaminants d'être plus ou moins bien associés à la particule.

L'évaluation du stock sédimentaire et l'évolution des tendances s'opère par l'étude des archives sédimentaires. Une première prospection a eu lieu en 2012 à Montjean-sur-Loire, en amont de l'estuaire de la Loire, et se poursuit actuellement sur 13 nouveaux sites. Ces analyses temporelles permettent de remonter dans le temps et de retrouver des valeurs de référence pré-industrielles **comme le montre le tableau ci-après :**

Concentrations en éléments traces (mg/kg sauf Hg en ng/kg)			Concentrations mesurées dans le niveau de référence ligérien (mg/kg)
Eléments	2016	2017	
Arsenic	0,72	0,76	0,15
Argent	54	45	20
Bismuth	2,11	2,09	0,65
Cadmium	1,2	1,3	0,4
Cobalt	17,6	17,7	17
Cuivre	58	53	20
Chrome	106	109	99
Mercure	355	340	136
Nickel	41	43	39
Plomb	92	89	35
Antimoine	3,2	3,1	0,4
Uranium	9,2	8,6	8,1
Vanadium	92	97	121
Zinc	220	244	93

Tableau n°15 : Comparatif des valeurs de référence selon Grosbois et al - 2012, et les teneurs de la carotte de Villerest, d'après l'étude TRIO 2020

¹⁹ Usage du DDT par les USA lors du débarquement en Italie en 1944.

²⁰ Projet TRIO : Transferts de contaminants au cours de la dynamique sédimentaire vers les milieux aquatiques (eaux et biote) – Université de Tours – financement EP Loire - Rapport final février 2020.

Ainsi, l'évolution temporelle des facteurs d'enrichissement en métaux dans la carotte du paléo-chenal de Decize (Dhivert et al, 2015) est vraiment représentative des stocks accumulés au fil des siècles et des effets de réductions des émissions à partir des années 60.

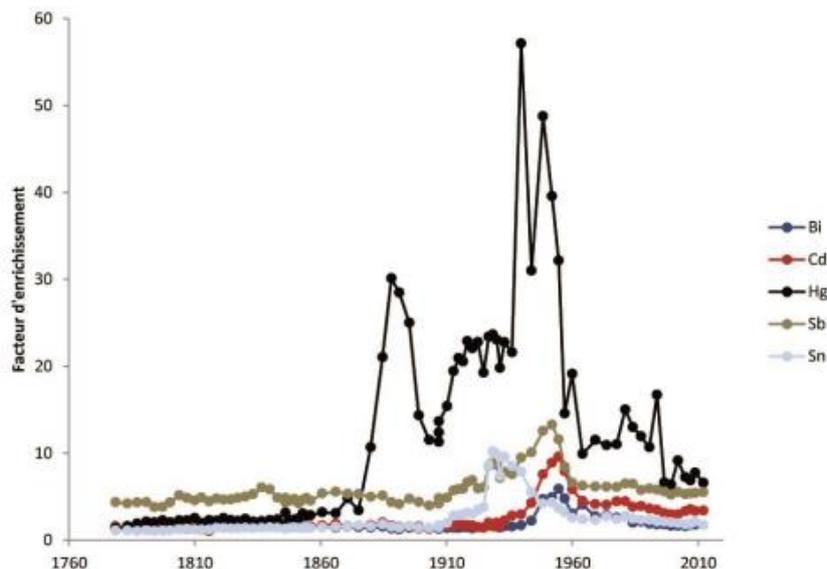


Figure n°26 : Evolution des facteurs d'enrichissement du XVIII^{ème} au XXI^{ème} siècle

Les autres polluants organiques de synthèse, PCB, DEHP, PFOS, etc. vont présenter quant à eux des profils aux évolutions plus ou moins nettes. L'interdiction de l'emploi des PCB ne se fait pas aussi bien ressentir sur le bassin ligérien que sur le Rhône par exemple. Des transferts ou plus certainement des apports ont toujours lieu, ce qui maintient un niveau stable de contamination depuis 1984, date de la mise en eau du barrage de Villerest comme le montre la figure n°27 ci-après

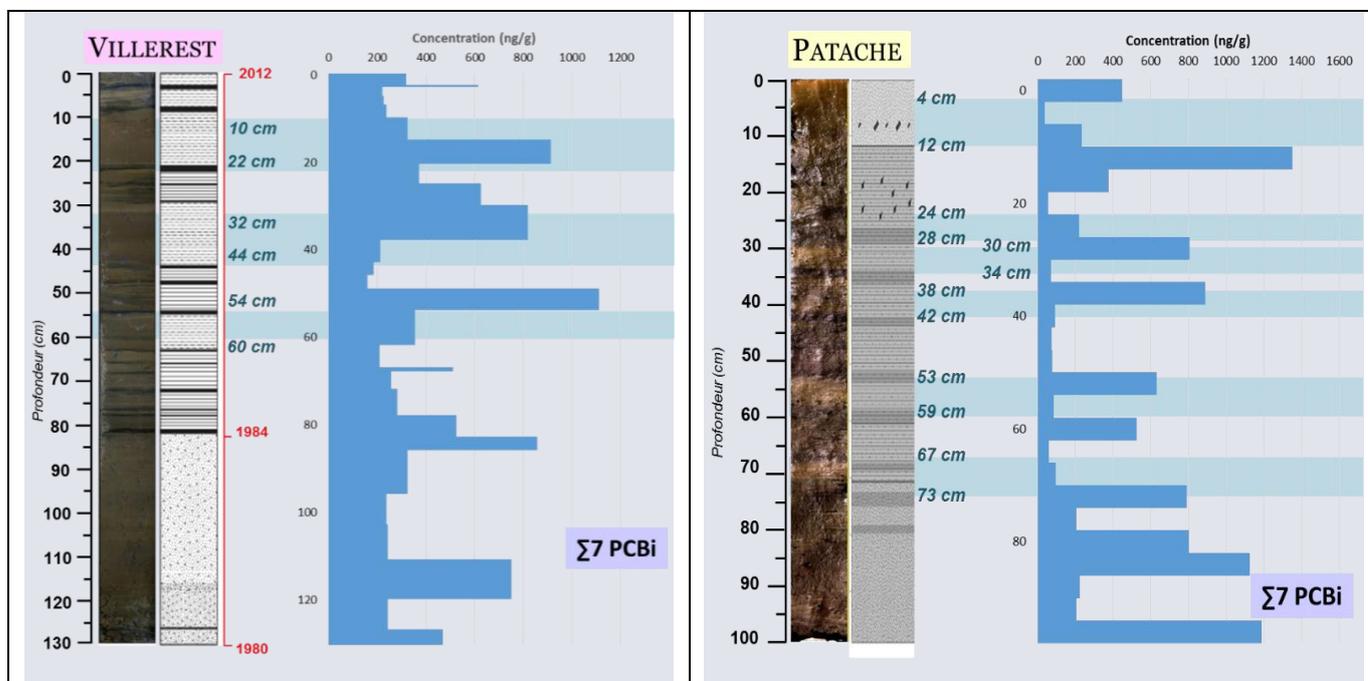


Figure n°27 : Distribution verticale de la somme des 7 PBC indicateurs dans les sédiments de la retenue de Villerest (42)²¹: et de la Patache (44)

²¹ Projet METORG, Phase II : Evaluation de la contamination organique dans les sédiments du bassin de la Loire: Sources et évolution spatio-temporelle – Université de Tours – financement Agence de l'eau Loire-Bretagne - juillet 2015

Pour les HAP, les apports sont très anciens et directement liés à l'ère industrielle de la sidérurgie et métallurgie, rendues possibles par l'exploitation des mines de charbon. Dans la partie amont du bassin de La Loire, à Villerest, les teneurs restent homogènes sur les trente dernières années et au niveau de l'estuaire de ce fleuve il est possible d'identifier une décroissance de la contamination des sédiments depuis les années quatre-vingt comme le montre la figure n°28 ci-dessous issue de la même étude.

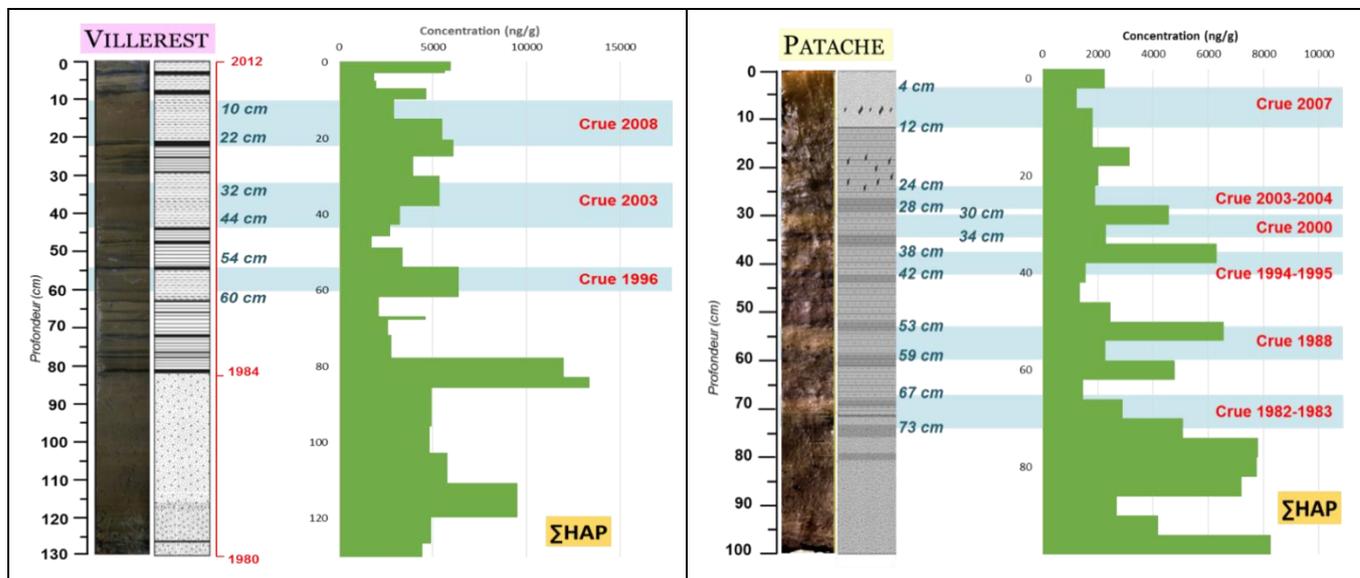


Figure n°28 : Distribution verticale de la somme des 16 HAP dans les sédiments de la retenue de Villerest (42) de la Patache (44)

Par ailleurs, l'occurrence et les variations de concentrations des résidus médicamenteux ont également été étudiées (cf figure n°29). La mobilisation de ces contaminants depuis le réservoir sédimentaire vers la phase aqueuse a pour conséquence de modifier la qualité de la ressource en eau et de pouvoir intégrer ainsi la chaîne trophique. Il est clairement établi que le nombre de polluants a un impact néfaste sur la physiologie de la faune aquatique, entraînant une baisse de la fertilité et donc une diminution de l'effectif efficace pouvant amorcer l'extinction de plusieurs espèces (Jobling et al., 2002 ; Harris et al., 2010).

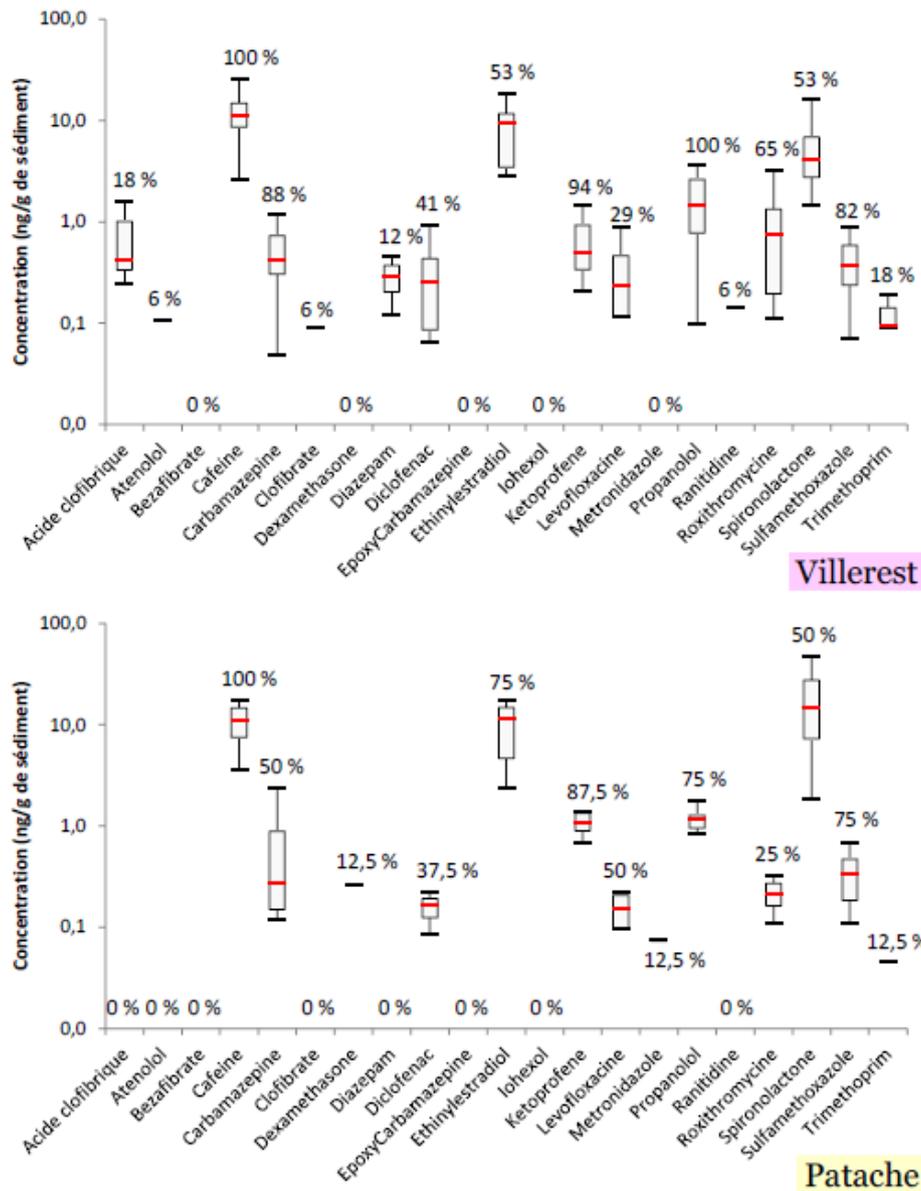


Figure n°29 : Pourcentage de distribution et variations des concentrations en résidus médicamenteux dans les profils sédimentaires de Villerest (projet MétOrg II ; Mondamert et al, in press)

S'il était besoin de démontrer que les sédiments représentent la mémoire des conséquences des activités humaines sur les bassins, les résultats obtenus traduisent non seulement la quantification des émissions mais aussi leurs variations spatio-temporelles. Ainsi, la relation entre les émissions et la contamination des sédiments a pu être mise en évidence en superposant sur 450 km de l'axe Loire, l'occupation du bassin et les teneurs en HAP, comme le montre les figures n°30 à 32²² retraçant respectivement les profils des fluoranthène (FLT), pyrène (PYR) et phénanthrène (PHE) bien que la plupart de ces hydrocarbures passent par la voie atmosphérique.

²² Projet SPAL: SPatial Analyses of the Loire, Université de Tours, financement AELB- 2014.

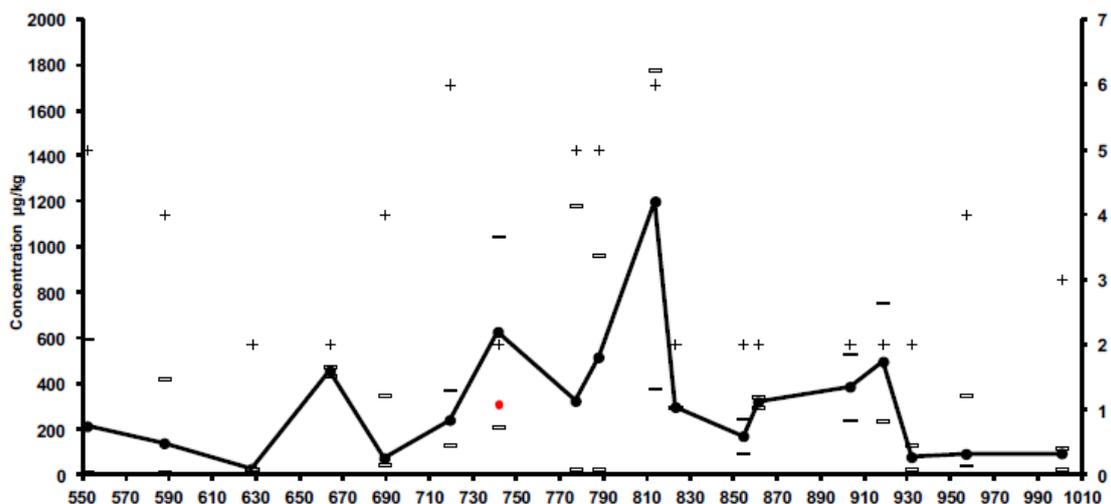


Figure n°30 : Profil longitudinal du fluoranthène en µg/Kg sur la Loire amont

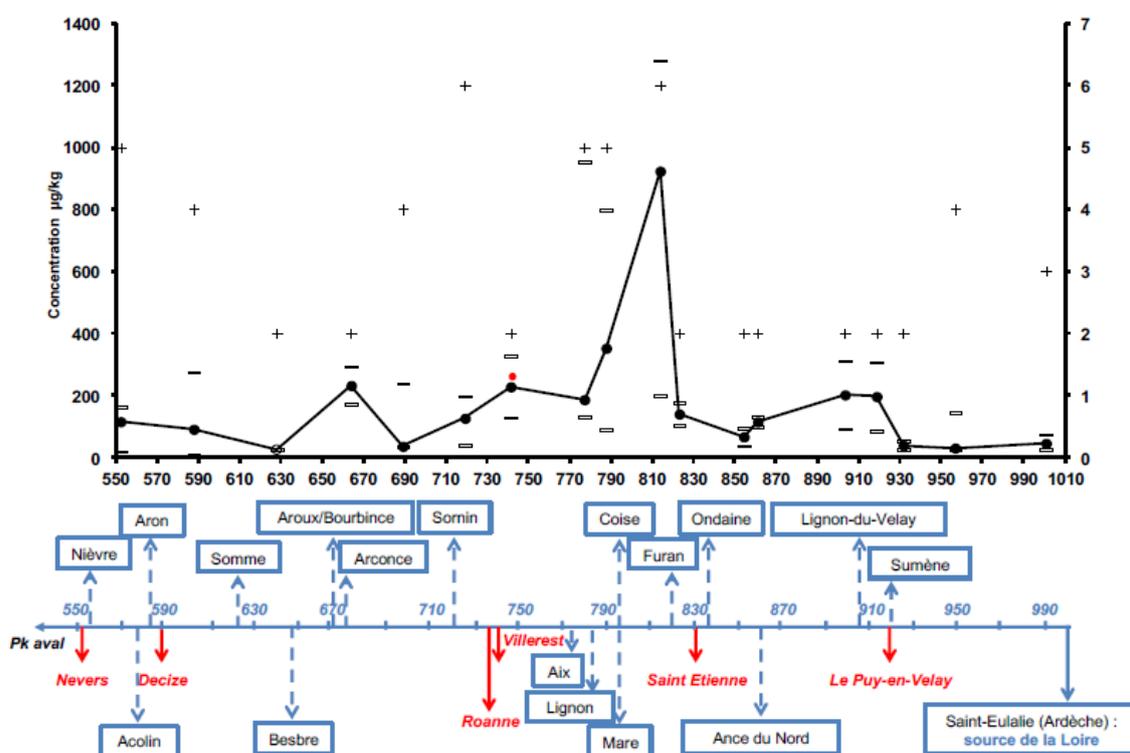


Figure n°31 : Profil longitudinal du phénanthrène en µg/Kg sur la Loire amont

Les apports des principales villes, à savoir, de l'amont vers l'aval : Le Puy-en-Velay, Saint Etienne, Roanne et les apports de sous bassins industrialisés, de l'Arroux et la Bourbince sont bien visibles. A chacun d'eux correspond un pic qui se trouve assez bien proportionné à l'ampleur des pressions, rapport entre les émissions et la dimension du milieu récepteur.

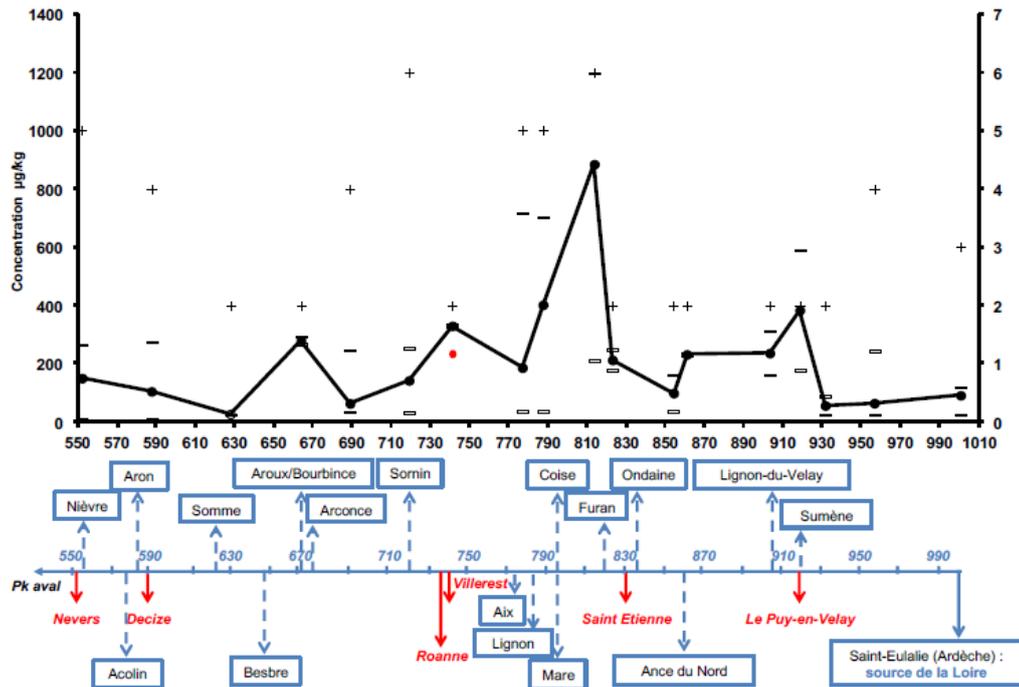


Figure n°32 : Profil longitudinal du pyrène en µg/Kg sur la Loire amont

Cette même relation se retrouve avec les métaux comme ici avec le plomb (figure n°33).

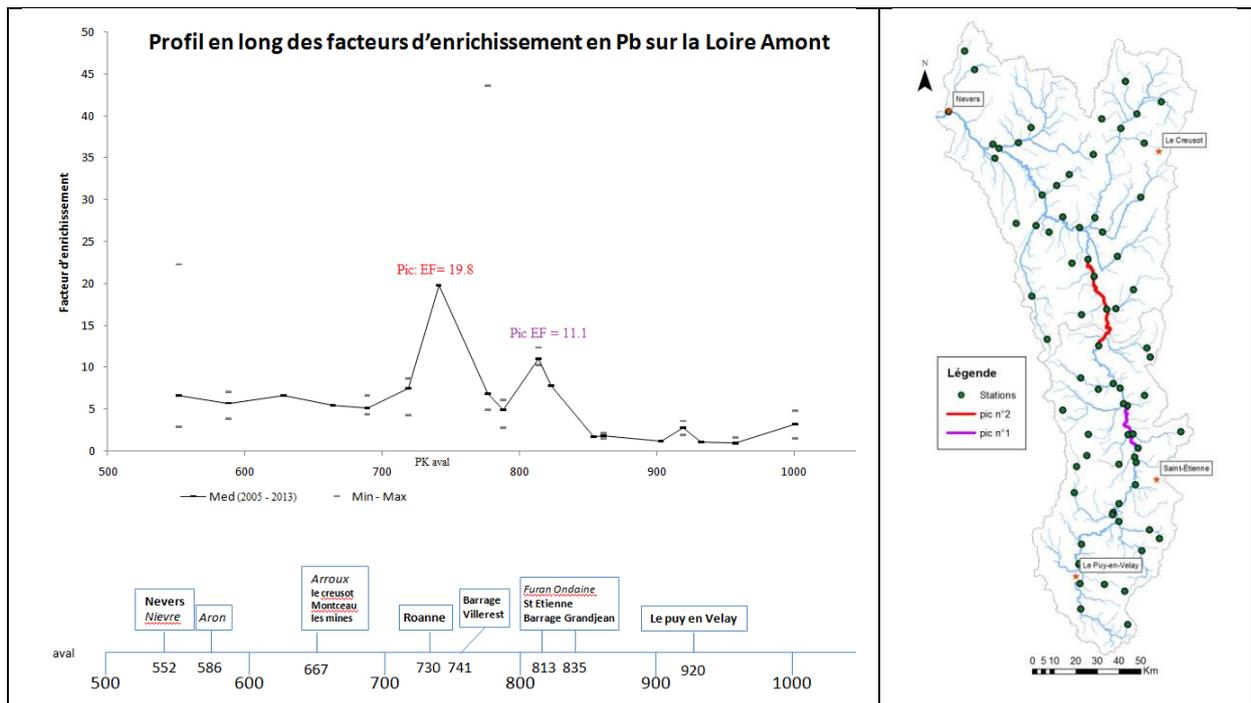


Figure n°33 : Profil en long des facteurs d'enrichissement en plomb sur la Loire amont et localisation des pics de concentrations (Projet SPAL)

Mais ces contaminations stockées ne le sont pas de manière immuable. L'étude des archives sédimentaires sur l'axe Loire permet de mettre en évidence trois périodes de contamination active en éléments traces à l'amont du bassin de la Loire (stations de Decize et de Villerest)²³, à l'aval de l'Allier (station d'Apremont) et tout en aval du bassin ligérien à Montjean sur Loire.

²³ – Dhivert et al. 2016 : Mécanismes et modalités de la distribution spatiale et temporelle des métaux dans les sédiments du bassin versant de la Loire - financement AELB.

L'étalement chronologique de ces périodes de contamination entre chacune des stations montre un décalage d'au moins une décennie entre l'amont et l'aval du bassin, permettant d'établir le temps de transport des sédiments de fond, au cours de la cascade sédimentaire (figure n°34). Ce phénomène fait partie des voies d'émissions intra bassin de masse d'eau à masse d'eau.

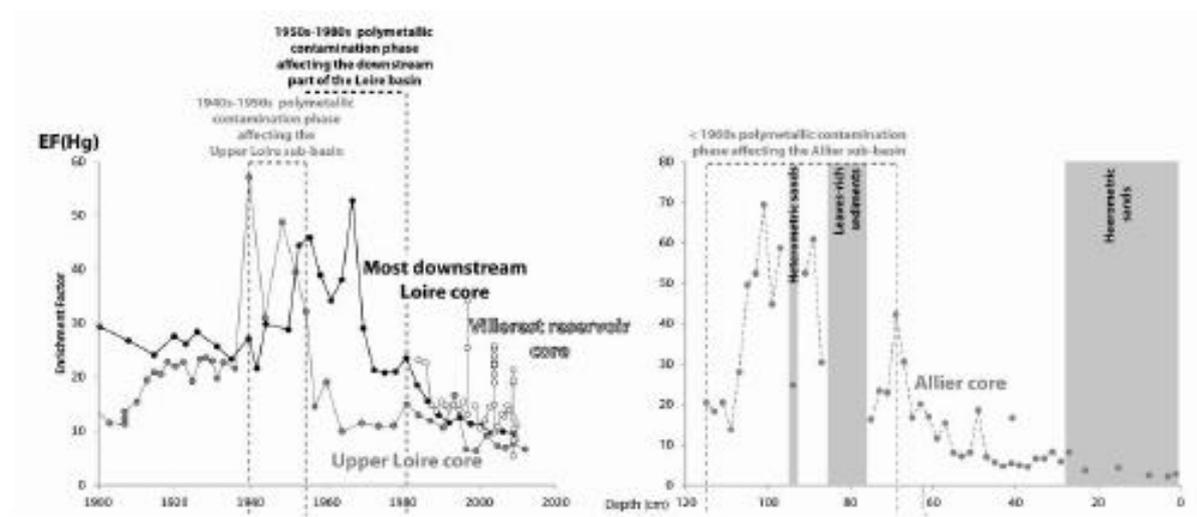


Figure n° 34 : Dynamique temporelle des facteurs d'enrichissement en cadmium et mercure depuis l'amont vers l'aval du bassin de la Loire (stations de Villersot, Decize, Montjean sur Loire et peu avant la confluence Allier-Loire (Dhivert et al. 2016)

Stockage des émissions et relargage :

La dynamique sédimentaire doit être rapprochée des dynamiques de remobilisation possibles à partir des stocks en place et en relation avec les conditions de milieu.

Ainsi, les sédiments de fond collectés entre les barrages de Grangent et Villersot ont montré que les sédiments stockés à plus d'un mètre de profondeur dans la colonne sédimentaire sont les plus enrichis en bismuth, cadmium et mercure, avec un facteur d'enrichissement maximum atteignant 3,7 pour le mercure, comme le montre le tableau n°16, par rapport au bruit de fond géochimique du bassin de la Loire.

Les sédiments les plus enrichis sont ceux de la période 1945-1980 qui sont stockés dans les berges ou en profondeur dans la retenue des barrages. Dans la retenue de Villersot, il s'agit de dépôts contemporains (ou remaniés) à la mise en place du barrage ainsi que des sédiments transportés lors des crues les plus importantes.

Le déstockage de ces sédiments enrichis par des travaux ou par la dynamique hydrosédimentaire naturelle du fleuve pourra engendrer un transfert potentiel de contaminants vers la fraction aqueuse. De fortes variations sur de courtes périodes, de quatre à vingt années seulement, peuvent être constatées, jusqu'à un facteur 4 d'amplitude.

L'évaluation de la mobilité des contaminants au cours d'un déstockage sédimentaire est possible en identifiant les mécanismes abiotiques et biotiques qui favorisent le transfert de ces contaminants vers la fraction aqueuse grâce à des expériences de lessivage en conditions aérobies et anoxiques.

Ainsi, à travers ces expériences de lessivage du projet TRIO, toute l'importance de la nature et de la stabilité des phases porteuses est mise en avant pour évaluer le relargage potentiel des éléments traces, qui n'est pas directement associé aux concentrations totales en contaminants :

« Selon le type de conditions expérimentales, les mécanismes qui contrôlent le relargage sont différents. En conditions aérobies, la matière organique particulaire se dégrade mais c'est la dissolution des sulfures authigènes qui contrôle le pH du lessivat en l'acidifiant de façon importante. Cette acidification entraîne l'altération intense des carbonates (dans une moindre mesure celle des

phases silicatées) et qui libèrent du manganèse, cadmium, cobalt, nickel et zinc. En conditions anoxiques, la dégradation de la matière organique particulaire reste du même ordre de grandeur qu'en conditions aérobies. Cette fois l'altération des minéraux est moins importante et c'est l'activité microbienne qui semble la contrôler, tels que des silicates de sodium et des oxyhydroxydes de fer, qui en s'altérant, relarguent alors de l'arsenic du chrome du vanadium et de l'uranium ».

La qualité des sédiments stockés dans la retenue de Villerest a permis de mettre en évidence diverses contaminations. Seuls les HAP, le tributylphosphate (TBP) et les 7 PCB indicateurs ont pu être quantifiés. De façon générale, ce sont avec des conditions aérobies que le relargage potentiel est le plus fort. Toutefois, pour le chrome et le plomb, ces deux éléments traces ne sont que faiblement relargués sous les deux conditions, aérobies et anoxiques.

En conditions aérobies, l'uranium et le vanadium sont faiblement relargués. L'arsenic et le cuivre le sont moyennement et ce sont le cadmium, le cobalt, le nickel et le zinc qui sont le fortement relargués. A l'inverse, en conditions anoxiques, c'est l'arsenic qui est le plus fortement relargué.

Ces résultats montrent que la circulation des éléments sont très variables, car se trouvant associés à des phases différentes, et que leurs stabilités sont fonction des conditions de milieu.

Une fois dans la colonne d'eau, les éléments métalliques peuvent à nouveau être associés à des particules, organiques ou minérales, puisque ces valeurs de relargage ne préjugent pas des réactions pouvant avoir lieu ensuite dans la colonne d'eau.

Aussi tous les travaux en rivière, les remaniements de berges, de sédiments, les arasements de seuil ou d'effacement de barrage devraient être évalués au niveau des stocks de pollutions et des potentiels d'émissions de micropolluants organiques ou inorganiques. Le but étant bien d'essayer de maîtriser les flux de recirculation des polluants.

Le biote :

Parallèlement aux contaminations des sédiments, le monde vivant et en particulier le règne animal, se trouve contaminé en proportion de son niveau trophique par bio-accumulation et surtout par bio-amplification. L'étude du biote donne ainsi une vraie image de la contamination du vivant tout en permettant de rapprocher les concentrations des valeurs des effets délétères des micropolluants, même pour des substances interdites depuis fort longtemps tels que les Polluants Organiques Persistants de la convention de Stockholm par exemple.

Les gammars :

Les expérimentations conduites en 2018 et 2019 par l'agence de l'eau à partir de biomonitoring actif sur gammars mettent en évidence de telles contaminations.

Ainsi, les organo-chlorés comme les PCB, dioxines ou encore les produits issus de la dégradation du DDT sont bien présents avec de fortes occurrences. L'acide perfluorooctanesulfonique (PFOS) est même quant à lui systématiquement quantifié et ce, à des taux supérieurs à la norme de qualité environnementale (NQE).

Pour ce qui concerne les PCB, l'interdiction de production n'a pas conduit pour autant à la suspension des usages et des émissions comme c'est le cas avec les transformateurs électriques, dits au pyralène. La circulation de ces produits peut avoir lieu, soit de manière incontrôlée par la mise en mouvement de sédiments contaminés, soit de manière accidentelle ou par malveillance.

Le plan de décontamination et d'élimination défini par l'arrêté de 26 février 2003 a conduit à de nombreux déversements dans le milieu, limitant ainsi les frais de retraitement. Les unités de traitement n'ont pas toutes opéré dans les règles de l'art, voire sans habilitation, et plusieurs sites se

sont retrouvés hautement contaminés : rivière des Mauves dans le Loiret, site de traitement de Grez-en-Bouère en Mayenne, etc ...

L'élimination et le traitement des unités contenant des PCB sont prévus pour 2025, mais étant donné les périodes de demi-vie des composés les plus chlorés, de 94 jours à 2 700 ans, ces substances vont circuler via le sédiment et le biote pendant encore quelques siècles, voire millénaires.

Les métaux et métalloïdes sont quant à eux bien évidemment quantifiés de manière systématique, mais sans que l'origine naturelle ou anthropique puisse être distinguée. Toutefois, les arrêtés préfectoraux qui interdisent la consommation du poisson dans certains secteurs (cf annexe 14) sont bel et bien liés aux extractions minières plomb-argentifère ou bismuth.

Les poissons :

Les analyses sur les chairs des poissons, engagées depuis 2017, révèlent également des contaminants omniprésents comme avec le mercure, quantifié sur chaque lot avec des concentrations supérieures à la NQE, les PBDE impactant 73% des lots avec des concentrations positives au-delà de la NQE, et dans une moindre mesure le PFOS retrouvé et quantifié sur 53 % des lots, dont ¼ se trouvent supérieurs à la NQE. Les dioxines quant à elles sont détectées sur l'ensemble des lots, dont un résultat positif qui se trouve supérieur à la NQE.

Parmi les molécules interdites, il est possible que certaines circulent encore dans la chaîne trophique. Il s'agit des organochlorés, hexachlorobenzène, hexachlorobutadiène, pentachlorobenzène, heptachlore et dicofol (interdit seulement depuis 2010).

Bien que les poissons soient capables de dégrader les HAP, il est toutefois possible d'en retrouver dans 80% des échantillons. Comme le montrent les études des archives sédimentaires, les HAP et les produits chlorés peuvent être issus des sédiments qui ont été remaniés, soit par des crues, soit par des travaux en rivière. Il n'est pas actuellement possible de quantifier les phénomènes, mais il ne faut pas sous-estimer la charge interne des sédiments dans les facteurs d'émissions qui peuvent toujours rentrer en jeu plusieurs décennies après l'interdiction de leur usage.

Ainsi quinze interdictions préfectorales interdisant la consommation du poisson à cause des PCB (cf annexe 14) concernent le bassin Loire-Bretagne, signifiant clairement l'imprégnation des milieux par ces composés interdits d'usage depuis 1987.

Les prédateurs supérieurs :

Pour les prédateurs supérieurs, les travaux de Lemarchand et al, (2007, 2014), sur la Loire moyenne ont montré l'état de contamination de plusieurs espèces à différents niveaux de la chaîne trophique, en PCB, quantifiés le plus fréquemment, et en pesticides. Aucun individu n'était exempt de la présence de ces xénobiotiques et ceci sur l'ensemble du bassin. Cela signifie qu'à partir de sites contaminés, la dispersion de ces contaminants se fait là-aussi très largement.

Des teneurs en certains éléments métalliques sont retrouvées dans les foies d'espèces placées en haut de la chaîne trophique comme le Grand Cormoran, la Loutre d'Europe et le Balbuzard pêcheur, de la Loire amont et moyenne. Le mercure y est très présent avec des teneurs allant de 0,2 à 22,5 mg/kg de poids sec comme dans tous les échantillons analysés sur les gammars encagés et les poissons.

Bilan des investigations conduites à ce jour :

L'un des moyens de dresser un bilan des émissions est d'interroger les compartiments intégrateurs que sont les sédiments et le biote avec leur capacité d'accumulation et de bio-amplification.

Les pollutions actuelles et historiques peuvent ainsi être suivies dans le temps et dans l'espace.

Les analyses isotopiques ont aussi des moyens pertinents et complémentaires pour déconvoluer le signal des origines de la contamination et guider ainsi d'éventuelles actions de maîtrise des émissions :

- réduction et/ou suppression des émissions actives,
- contrôle des actions qui pourraient remobiliser des stocks de polluants, sols, berges et sédiments et relation avec des sources anciennes, comme les mines et déversements incontrôlés du XX^{ème} siècle et les retombées atmosphériques.

Nous en sommes qu'aux prémices de la connaissance sur les stocks de xénobiotiques sur le bassin Loire-Bretagne. Les premières archives sédimentaires sur les polluants organiques de synthèse datent de 2015. Les analyses sur biote ont été intégrées dans les réseaux de surveillance de l'agence de l'eau en 2018 et le bilan est sans appel : 100 % des échantillons sont contaminés même au niveau des stations dites de référence.

Nous sommes face à une pollution ubiquitaire qui se révèle au fur et à mesure des investigations. Les mécanismes de transfert depuis les puits de stockage vers les eaux et les biocénoses n'en sont qu'à leurs premières évaluations.

ANALYSE

L'ensemble des flux ont été évalués selon la méthode du guide national précité, hormis le cas particulier des émissions de phytosanitaires en domaine agricole qui sont développées plus loin. La somme totale des flux s'élève toutes voies et toutes substances confondues à 673,4 T/an, sans l'apport des centrales nucléaires et à 712,8 T/an avec ce dernier, soit un apport global de ces installations de 39,4 T/an.

Ce flux qui se décompose, selon les dernières données disponibles, en 26 250 Kg/an de cuivre, 12 102 Kg/an de zinc, 376 Kg/an de plomb et 692 Kg/an d'arsenic, sera néanmoins à reconsidérer au vu des travaux en cours relatifs à la substitution des condenseurs en laiton par des condenseurs en inox. Il est à noter cependant que les rejets se font dans de grands fleuves et qu'il s'agit de paramètres pour lesquels la biodisponibilité doit être évaluée et dont la prise en compte a annulé tout déclassement potentiel des masses d'eau concernées. Toutefois, il conviendrait de s'assurer de l'innocuité de la solution palliative au remplacement des condenseurs en laiton qui correspond à l'utilisation de la monochloramine. Cette dernière est en effet une substance présentant une certaine persistance dans l'eau (demi-vie jusqu'à 4,5 j selon les conditions environnementales) et une concentration moyenne annuelle à ne pas dépasser dans le milieu de 0,01 µg/l et une concentration maximale admissible de 0,1 µg/l.

Les plus gros flux émis :

Les principaux plus gros flux par voie d'apport et par substance sont repris dans le tableau n°16 ci-après.

code Sandre	Substance	Statut réglementaire	PNEC µg/l	P1 - retombées atmosphériques	P2- Erosion	P3 - Ruissellement terres agricoles	P5 - Dérive de pulvérisation	P6 - ruissellement surfaces imperméabilisées	P7 - Déversements des réseaux par temps de pluie (DO et pluvial)	P8 - Stations d'épuration collectivités	P9 - Ménages non ou mal raccordés	P10a - Industries isolées	P10b - Industries isolées avec centrales nucléaires	Total a (sans centrales nucléaires) Kg/an	Total b (avec centrales nucléaires) Kg/an
1383	Zinc	PSEE LB	7,8	2 570		25 065		65 768	12 512	132 616	1 114	8 254	20 356	247 899	260 001
1506	Glyphosate	PSEE LB	28,0		56 340	94 423	4 448							155 212	155 212
1234	Pendiméthaline	PSEE national	0,02		15 850	18 369	780							34 999	34 999
1392	Cuivre	PSEE LB	1	6 425		7 802		7 393	1 092	5 044	444	1 267	27 517	29 467	55 717
6323	Hydrazine		0,6							25 621				25 621	25 621
2605	Aniline		1,5							13 153				13 153	13 153
1386	Nickel	SP	4	310			926			7 607	62	2 742	2 742	11 647	11 647
1688	Aclonifène	SP	0,12		4 767	5 832	284							10 883	10 883
1168	Dichlorométhane	SP	1650							8 786		1 610	1 610	10 396	10 396
1389	Chrome	PSEE LB	3,4	440		1 658		1 695	99	4 079	47	1 910	1 910	9 928	9 928
1382	Plomb	SP	1,2	336		1 170		3 569	1 060	2 174	44	721	1 097	9 074	9 450

SP : substance prioritaire – SDP : substance dangereuse prioritaire – PSEE LB ou national : polluant spécifique de l'état écologique du bassin Loire-Bretagne ou national. Les métaux apparaissent en vert tandis que les produits phytosanitaires en rose.

Tableau n°16 : Plus gros flux émis en Kg/an

Il est à noter que certaines substances ne sont évaluées que pour certaines voies d'apport, la variabilité allant de dix à plus d'une centaine de substances concernées par voie, ce qui montre la nécessité de développer encore les connaissances ainsi que les méthodes d'évaluations. Si les mesures sont privilégiées, certaines voies demeurent estimées de manière théorique. De ce fait, l'inventaire est par construction partiel et l'interprétation doit en tenir compte.

Il apparaît que les substances les plus rejetées sont les métaux et les produits phytopharmaceutiques. Néanmoins l'importance de ces flux est à relativiser au regard de leur potentiel toxique, dont la

concentration prédictive de non effet (PNEC) donne une première indication, et est à corrélérer au milieu récepteur dans lequel s'effectuent les rejets, sans oublier les synergies possibles entre substances.

Ainsi la cyperméthrine, substance prioritaire introduite par la directive 2013/39/UE du 12/08/2013 n'apparaît pas dans le tableau ci-dessus (rang 27 du tableau général disponible dans le document complet de l'inventaire des émissions). Pourtant, il s'agit de la substance de l'état chimique qui décline le plus les masses d'eau compte tenu d'une PNEC très faible, à savoir 0,000082 µg/l. Son impact est donc plus conséquent que n'aurait pu le laisser penser la simple évaluation de la quantité de ses rejets au milieu.

Les plus gros flux toxiques :

La prise en compte d'un potentiel toxique pour le milieu aquatique peut s'effectuer en faisant le ratio des flux sur la PNEC ou NQE lorsqu'il n'y a pas de valeur disponible. Le tableau ci-après présente les plus gros flux toxiques avec en tête la cyperméthrine.

code Sandre	Substance	Statut réglementaire	PNEC µg/l ou NQE	P1 - retombées atmosphériques	P2- Erosion	P3 - Ruissellement terres agricoles	P5 - Dérive de pulvérisation	P6 - ruissellement surfaces imperméabilisées	P7 - Déversements réseaux temps de pluie (DO et pluvial)	P8 - Stations d'épuration collectivités	P9 - Ménages non ou mal raccordés	P10a - Industries isolées	P10b - Industries isolées avec centrales nucléaires	Total a (sans centrales nucléaires) millions de m ³ /an	Total b (avec centrales nucléaires) millions de m ³ /an
1140	Cyperméthrine	SP	0,000082		18 531 137	20 166 237	713 346							39 410 720	39 410 720
1866	Chlordécone	PSEE spécifique Martinique / Guadeloupe	0,000005							21 599 110				21 599 110	21 599 110
1234	Pendiméthaline	PSEE national	0,02		792 517	918 428	38 988							1 749 933	1 749 933
1753	Chlorure de vinyle (chloroéthylène)		0,002							1 572 721		346	346	1 573 068	1 573 068
1814	Diflufenicanil	PSEE LB	0,01			568 029	25 438							593 467	593 467
1197	Heptachlore	SDP	0,00003							475 576				475 576	475 576
7088	HAP (estimation globale)	SDP	0,00017	238 437										238 437	238 437
1116	Benzo (b) fluoranthène	SDP	0,00017	55 804				104 215	10 579	23 256		1 404	1 404	195 259	195 259
1117	Benzo (k) fluoranthène	SDP	0,00017	22 829				128 207	4 068	22 849		608	608	178 561	178 561
1115	Benzo (a) pyrène	SDP	0,00017	21 814				98 967	8 875	45 298	689	1 301	1 301	176 944	176 944
1132	Chlordane		0,00005							142 993				142 993	142 993
1118	Benzo (g,h,i) pérylène	SDP	0,00017	45 658				61 480	6 742	23 429	919	391	391	138 618	138 618
1204	indéno (1,2,3, c-d) pyrène	SDP	0,00017					89 970	7 949	23 240		501	501	121 660	121 660
1359	Cyprodinil	PSEE national	0,026		23 275	74 256	4 898							102 429	102 429
1922	Hexabromo-biphényle		0,0002							93 495				93 495	93 495
1688	Aclonifène	SP	0,12		39 725	48 602	2 364							90 692	90 692
2879	Tributylétain cation	SDP	0,0002						1 512	75 809		10 731	10 731	88 052	88 052
1670	Métazachlore	PSEE LB	0,019			59 697	19 011							78 708	78 708

Tableau n°17 : Plus gros flux toxiques émis

Figure également la pendiméthaline qui fait aussi partie des plus gros flux émis et qu'il serait de fait peut-être pertinent de rajouter aux polluants spécifiques du bassin Loire-Bretagne au vu de ces résultats.

D'autres substances sont plus surprenantes comme la chlordécone qui est spécifique des bassins français antillais puisqu'il s'agit d'un insecticide, interdit en France depuis les années quatre-vingt-dix, qui était utilisé pour le traitement du charançon du bananier, et qui est à l'origine de pollutions graves des nappes d'eaux souterraines et de fortes contaminations des animaux, végétaux et populations locales, avec des risques avérés de prématurité et de cancers de la prostate. Les flux indiqués provenant essentiellement des stations d'épuration de collectivités, ces résultats sont à confirmer avec ceux de la campagne 2018-2019 qui n'ont pu être intégrés au présent exercice faute de disponibilité.

Il en est de même pour le chlordane, interdit en union européenne depuis les années quatre-vingt, mais connu pour faire partie de la douzaine de polluants majeurs à l'échelle mondiale. Tout ceci met en avant le rôle du commerce international dans la contamination par les micropolluants.

Apparaissent également parmi les plus gros flux toxiques des substances ubiquistes (heptachlore, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) prioritaires et tributylétain) qui s'avèrent déclasser aussi fortement les masses d'eau et en particulier le benzo(a)pyrène. Toutefois, la matrice eau n'est en fait pas la plus pertinente pour les analyses, ce qui fait que le facteur de sécurité utilisé s'avère très élevé rendant ainsi la norme surprotectrice. Les premiers résultats disponibles sur biote conduiraient à l'absence de déclasserement, relativisant l'impact de ce paramètre.

Il est donc indispensable d'analyser l'ensemble de ces données de manière complémentaire et avec précaution au vu des incertitudes qui y sont afférentes du fait de la fiabilité des données incluant les difficultés d'analyse, leur caractère récent ou non et des méthodes d'évaluation de chaque voie d'apport.

Sur ces bases, il serait hasardeux de vouloir comparer la contribution de chacune des voies d'apport de manière globale. Seule une comparaison substance par substance est possible pour les voies estimées pour chaque substance considérée. Aussi il est proposé ci-après de caractériser les plus gros rejets par grande catégories, à savoir sources d'émissions ponctuelles, directes et diffuses.

Comparaison avec l'inventaire du SDAGE 2015-2021 :

L'exercice d'inventaire réalisé pour le Sdage 2016-2021 avait été relativement succinct et seules trois voies d'émissions avaient pu être estimées, à savoir les rejets de station d'épuration de collectivités, les rejets des industriels et les flux issus du ruissellement des terres perméables pour 8 paramètres.

Les différences de méthodes entre les deux inventaires conduisent par construction à l'obtention d'un flux global pour le présent inventaire qui est supérieur, correspondant à 673,4 T/an (hors rejets des centrales nucléaires) contre 108,3 T/an pour le précédent.

En ne considérant que les voies communes aux deux exercices, l'estimation du ruissellement des terres perméables selon la même méthode et seulement les 55 paramètres du précédent inventaire, cet écart persiste malgré tout et les flux globaux s'élèvent respectivement à 243,4 T/an contre 108,3 T/an.

Néanmoins, 13 paramètres, soit 23 %, font l'objet d'une diminution des flux rejetés estimés entre les deux exercices. Le plus important est le dichlorométhane qui passe de 42 943 Kg/an à 10 396 Kg/an. S'agissant d'un réactif pouvant être utilisé en laboratoire et considérant que son flux était supérieur à celui du zinc lors du précédent exercice, il fut considéré comme relevant probablement d'une contamination du matériel d'analyse et la baisse constatée correspondrait à une meilleure maîtrise des conditions d'analyse de micropolluants.

Parmi les autres principales réductions, figurent la famille des phénols avec en particulier le 4-nonylphenol monoéthoxylate qui passe de 761 Kg/an à 139 Kg/an. Figure également le fluoranthène qui passe de 244 Kg/an à 41 Kg/an ainsi que quatre phytopharmaceutiques dont deux sont désormais interdits (oxadiazon et isotroturon) et le troisième en voie d'interdiction (chlortoluron).

Par ailleurs, les métaux sont les paramètres ayant un flux qui augmente le plus ainsi que le DEHP qui passe respectivement de 715 Kg/an à 6 442 Kg/an bien que celui-ci ne soit plus mesuré au niveau

des rejets industriels. Il conviendra de conforter ces résultats avec ceux de la campagne RSDE 2018 auprès des collectivités. Bien que son utilisation soit en décroissance, le DEHP reste employé comme plastifiant dans l'industrie des polymères, et plus particulièrement dans la production de produits intermédiaires ou finis en PVC souple mais aussi flexibles tels que tuyaux d'arrosage, films et récipients plastiques, cathéters etc.

Les objectifs de réduction :

Le Sdage 2016-2021 reprend dans sa disposition 5 B-1 les objectifs nationaux de réduction d'émissions de micropolluants présentant un enjeu pour le bassin Loire-Bretagne sur la base des listes réglementaires de l'état chimique et des polluants spécifiques de l'état écologique.

Au vu des éléments précités, il apparaît qu'ils s'avèrent particulièrement peu atteints à ce stade puisque seuls 13 paramètres font l'objet d'une réduction de flux entre les deux inventaires. Or, parmi eux, tous ne font pas l'objet d'un objectif de réduction et ceux pour qui c'est le cas ne l'atteignent pas forcément malgré la réduction de flux constatée.

Ainsi, pour les quatre phytopharmaceutiques concernés par une réduction, deux seulement (oxadiazon et 2,4 MCPA) dépassent leur objectif de réduction. A l'inverse, la réduction constatée sur le fluoranthène dépasse largement l'objectif de réduction assigné correspondant. Il en est de même pour les octylphénols. Enfin, les réductions de flux observées pour les nonylphénols tendent vers l'objectif de suppression assigné puisque estimé entre 67 et 91 % selon les codes SANDRE considérés.

Le bilan des aides – domaine industriel et artisanal :

Pour compléter ces éléments, le bilan des aides accordées dans le domaine industriel et artisanal sur la période du 10ème programme (2013-2018) a été réalisé et ajouté dans le présent document. Le flux total éliminé au travers des dossiers subventionnés s'élève à 4 402 Kg toutes substances confondues pour 435 dossiers, ce qui reste trop faible et nécessiterait une animation particulière à l'émergence de ce type de dossiers. La répartition par groupe de substances est la suivante :

Le plus gros flux correspondant également au plus grand nombre de dossiers qui est quasi exclusivement lié à l'opération collective « pressings » relative au changement des machines utilisant le perchloroéthylène. Pour les autres, parmi les substances prioritaires faisant l'objet d'objectifs de réduction, ce sont principalement les métaux qui sont concernés. Il est cependant à noter quelques dossiers particuliers permettant un gain de réduction des émissions importants comme l'élimination de 284,4 Kg de chlorure de méthylène ou encore 95,88 Kg de florfenicol, antibiotique à usage vétérinaire.

	Flux en Kg (2013-2018)	Nombre de dossiers (2013-2018)
Substances Prioritaires (Etat Chimique)	803,77	51
Substances Dangereuses Prioritaires (Etat Chimique)	3,18	14
Liste I (Etat Chimique)	1621,71	252
Polluants Spécifiques de l'Etat Ecologique	1483,89	106
Autres polluants toxicité avérée (florfenicol ..)	95,88	1
Autres polluants du PNAR (xylènes ..)	0,65	1
Autres polluants non prioritaires (zirconium, fluorures, cyanures, aluminium ...)	393,01	10
Total	4402,08	435

Tableau n°18 : Bilan des aides 2013-2018 domaine industriel et artisanal

Conclusion

L'exercice de l'inventaire des émissions de micropolluants est l'occasion de confronter l'ensemble des éléments disponibles sur ce sujet particulièrement transversal mais aussi d'aller au-delà de l'état des lieux par la prise en compte de voies d'émissions plus étendues.

Bien évidemment, comme tout inventaire, la gestion de l'incertitude sur les données et calculs réalisés est la principale difficulté. Des tendances peuvent néanmoins être dégagées. Ainsi, les métaux et les pesticides sont les substances les plus émises.

Concernant les métaux, la répartition par voie d'émission pour les voies évaluées fait apparaître une prépondérance de contribution des apports par les stations d'épuration de collectivités, le ruissellement des surfaces imperméabilisées, celui des terres agricoles et les stations d'épuration des industries comme l'indique le graphique ci-après.

Il est à noter que pour le nickel, la contribution du ruissellement des surfaces imperméabilisées n'a pu être estimée faute de références bibliographiques, expliquant la différence de répartition avec les autres métaux.

Enfin, la contribution des déversements de réseaux est probablement plus importante, seuls ceux étant équipés pour mesurer les déversements ayant pu être pris en compte.

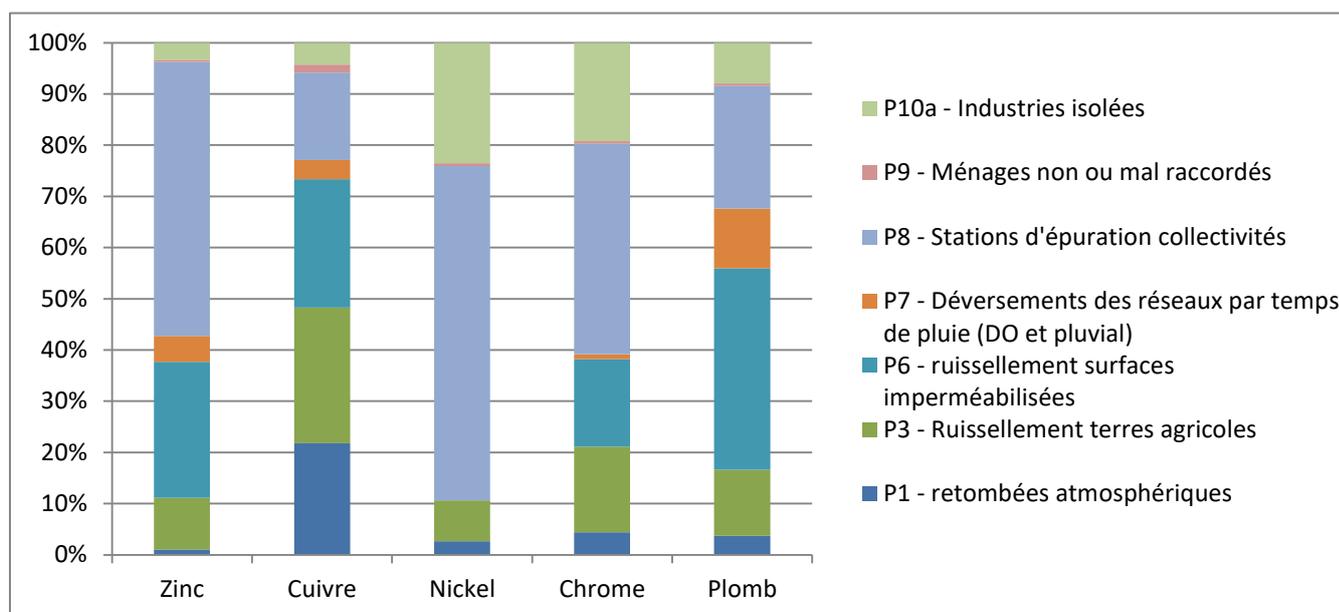


Figure n°35 : Contribution des différentes voies d'apport pour les métaux

Toutefois, les flux ne peuvent être considérés sans appréhender en parallèle leur toxicité ce qui a été fait pour partie avec l'approche du potentiel toxique permettant de mieux orienter les actions prioritaires à mettre en place que ce soit pour conforter des résultats de mesures des rejets pour expliquer la présence de certaines molécules non attendues comme la chlordécone, pour intégrer d'autres substances dans la liste des polluants spécifiques comme la pendiméthaline, pour mettre en place un suivi de molécules plus étendu pour l'impact des pesticides de plein champs et pour réactualiser les modélisations appropriées ou encore pour prôner une animation plus dynamique sur le terrain, les efforts consentis n'étant malheureusement que peu visibles à ce stade.

Par ailleurs, l'information des compartiments intégrateurs permet le constat du niveau de contamination qui est donc à ce stade sans appel puisque 100 % des échantillons sont contaminés y compris sur des stations dites de référence. Il s'agit de fait d'une pollution ubiquitaire qui se révèle au

fur et à mesures des investigations alors que les mécanismes de transfert depuis les puits de stockage vers les eaux et les biocénoses n'en sont qu'à leurs premières évaluations.

Enfin, des moyens complémentaires pourraient s'envisager telles que les analyses isotopiques permettant de déconvoluer le signal des origines de la contamination et guider ainsi d'éventuelles actions de maîtrise des émissions, que ce soit en termes de réduction et/ou suppression des émissions actives, ou de contrôle des actions qui pourraient remobiliser des stocks de polluants situés dans les sols, les berges ou les sédiments, en relation avec des pollutions anciennes telles que celles des mines ou déversements incontrôlés du XXème siècle ou encore les retombées atmosphériques.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Médianes utilisées pour l'extrapolation des flux rejetés par les step urbaines

Code Sandre paramètre	libellé paramètre	[médiane] µg/l	Avis 14/04/18 LQ eaux résiduaires	nombre de valeurs	écart type	Commentaires
1083	Chlorpyriphos-Ethyl	0,02	0,02 µg/l	276	0,004232808	
1101	Alachlore	0,02	0,02 µg/l	276	0,023878039	
1103	Aldrine	0,05	0,05 µg/l	276	0,010779104	
1107	Atrazine	0,03	0,03 µg/l	281	0,030144836	
1114	Benzène	1	1 µg/l	276	0,296445817	
1115	Benzo (a) Pyrène	0,01	0,01 µg/l	276	0,001870522	
1116	Benzo (b) Fluoranthène	0,005	0,005 µg/l	276	0,001725004	
1117	Benzo (k) Fluoranthène	0,005	0,005 µg/l	276	0,001238874	
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène	0,005	0,005 µg/l	279	0,002087628	
1132	Chlordane	0,01	0,01 µg/l	100	6,97385E-18	
1135	Trichlorométhane (chloroforme)	1	1 µg/l	277	0,476041668	
1136	Chlortoluron	0,05	0,05 µg/l	285	0,048952509	
1141	2,4 D	0,1	0,1 µg/l	293	0,103069252	
1143	DDD 24'	0,05	0,05 µg/l	276	0,011678443	
1144	DDD-4,4'	0,05	0,05 µg/l	276	0,01084984	
1145	DDE 24'	0,05	0,05 µg/l	276	0,011411269	
1146	DDE-4,4'	0,05	0,05 µg/l	276	0,01084984	
1147	DDT-2,4'	0,05	0,05 µg/l	275	0,011400736	
1148	para-para-DDT	0,05	0,05 µg/l	276	0,012159174	
1161	1,2 dichloroéthane	2	2 µg/l	276	0,653325536	
1168	Dichlorométhane	5	5 µg/l	276	409,2366557	
1173	Dieldrine	0,05	0,05 µg/l	276	0,010389008	
1177	Diuron	0,05	0,05 µg/l	353	2,128654849	
1181	Endrine	0,05	0,05 µg/l	276	0,011940344	
1191	Fluoranthène	0,01	0,01 µg/l	279	1,316508883	
1197	Heptachlore	0,02	0,02 µg/l	110	0,002452212	
1199	Hexachlorobenzène	0,01	0,01 µg/l	276	0,000838092	
1200	Hexachlorocyclohexane alpha	0,02	0,02 µg/l	14	3,60042E-18	4 ouvrages
1201	Hexachlorocyclohexane bêta	0,02	0,02 µg/l	10	0,00421637	4 ouvrages
1202	Hexachlorocyclohexane delta	0,02	0,02 µg/l	13	0,005063697	4 ouvrages
1203	Hexachlorocyclohexane gamma	0,02	0,02 µg/l	200	0,003364073	
1204	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	0,005	0,005 µg/l	276	0,001827368	
1207	Isodrine	0,05	0,05 µg/l	276	0,009928333	

Code Sandre paramètre	libellé paramètre	[médiane] µg/l	Avis 14/04/18 LQ eaux résiduaires	nombre de valeurs	écart type	Commentaires
1208	Isoproturon	0,05	0,05 µg/l	285	0,103695354	
1209	Linuron	0,05	0,05 µg/l	274	0,032976386	
1212	2,4 MCPA	0,05	0,05 µg/l	316	0,150110548	
1235	Pentachlorophénol	0,1	0,1 µg/l	272	0,033720373	
1239	PCB 28	0,005	0,005 µg/l	110	9,53463E-05	
1241	PCB 52	0,005	0,005 µg/l	110	0,00013422	
1242	PCB 101	0,005	0,005 µg/l	110	0,00013422	
1243	PCB 118	0,005	0,005 µg/l	116	0,001324971	
1244	PCB 138	0,005	0,005 µg/l	110	3,48533E-18	
1245	PCB 153	0,005	0,005 µg/l	110	0,007361176	
1246	PCB 180	0,005	0,005 µg/l	110	0,000231757	
1263	Simazine	0,03	0,03 µg/l	277	0,00513572	
1272	Tétrachloroéthylène	0,5	0,5 µg/l	277	2,546638058	
1276	Tétrachlorure de carbone	0,5	0,5 µg/l	276	0,122399594	
1278	Toluène	1	1 µg/l	111	0,488267676	
1283	Trichlorobenzène-1,2,4	0,2	0,2 µg/l	276	0,076714324	
1284	1,1,1 trichloroéthane	0,05	0,05 µg/l	110	1,1153E-16	
1286	Trichloroéthylène	0,5	0,5 µg/l	273	0,170486158	
1289	Trifluraline	0,01	0,01 µg/l	276	0,006015299	
1369	Arsenic (métal total)	5	5 µg/l	308	9,37728608	
1371	Chrome hexavalent	10	10 µg/l	114	9,41920348	
1373	Titane (métal total)	10	10 µg/l	110	2,592892865	
1376	Antimoine	5	5 µg/l	111	6,723780795	
1379	Cobalt	3	3 µg/l	111	0,318546942	
1380	Etain	5	5 µg/l	114	2,147126848	
1382	Plomb (métal total)	2	2 µg/l	311	13,56348112	
1383	Zinc (métal total)	60	5 µg/l	540	58,34469563	
1386	Nickel (métal total)	10	5 µg/l	308	30,80097548	
1387	Mercure (métal total)	0,5	0,5 µg/l	291	8,24745614	
1388	Cadmium (métal total)	2	2 µg/l	294	2,82754652	
1389	Chrome (métal total)	5	5 µg/l	361	9,753593652	
1390	Cyanures	50	50 µg/l	106	20,23292043	1 valeur à 5, 1 valeur à 30 et à 60, le reste soit 10 soit 50
1392	Cuivre (métal total)	5	5 µg/l	381	11,17653914	
1458	Anthracène	0,02	0,01 µg/l	276	0,006764804	
1464	Chlorfenvinphos	0,025	0,05 µg/l	277	0,020298259	
1497	Ethylbenzène	1	1 µg/l	110	0,11406508	
1517	Naphtalène	0,05	0,05 µg/l	287	0,038258191	
1629	Trichlorobenzène-1,3,5	0,2	0,2 µg/l	539	0,077208294	
1630	Trichlorobenzène	0,1	0,2 µg/l	13	0,050375513	
1652	Hexachlorobutadiène	0,5	0,5 µg/l	276	0,206897768	
1667	Oxadiazon	0,03	0,03 µg/l	284	0,061074108	
1743	Endosulfan	0,02	0,02 µg/l	263	0,00527369	

Code Sandre paramètre	libellé paramètre	[médiane] µg/l	Avis 14/04/18 LQ eaux résiduaires	nombre de valeurs	écart type	Commentaires
1753	Chlorure de vinyle	5	5 µg/l	110	1,968560225	
1771	Dihydrure de dibutylétain	0,02	#N/A	110	0,040780132	
1780	Xylènes (Somme o,m,p)	2	2 µg/l	110	0,506647059	
1866	Chlordécone	0,15	0,15 µg/l	110	1,95178E-16	
1888	Pentachlorobenzène	0,01	0,01 µg/l	276	0,000838092	
1955	Chloroalcanes C10-C13	5	5 µg/l	274	0,893865669	
1957	Nonylphénols	0,3	#N/A	1	#DIV/0!	1 valeur : cf codes sandres
1959	Octylphénols	0,1	0,1 µg/l	276	0,022665698	
2542	Monobutylétain cation	0,02	0,02 µg/l	121	0,015153107	
2605	Aniline	50	50 µg/l	110	9,257062268	dont 106 fois la valeur 50
2879	Tributylétain cation	0,02	0,02 µg/l	281	0,003865691	
5438	Mirex	0,05	0,05 µg/l	110	0,00381385	
5474	Nonylphénol-4-(para)-	0,15	#N/A	275	0,123788154	
5537	HCH (Hexachlorocyclohexane)	0,02	#N/A	263	0,011101072	
6323	Hydrazine	100	100 µg/l	105	52,72397193	dont fois la valeur 100
6366	NP1OE	0,1	0,1 µg/l	276	0,102577603	
6369	NP2OE	0,1	0,1 µg/l	276	0,100430431	
6370	OP1OE	0,1	0,1 µg/l	276	0,009579829	
6371	OP2OE	0,1	0,1 µg/l	276	0,037024757	
6372	Triphénylétain cation	0,02	0,02 µg/l	110	0,00495666	
6560	Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	0,05	#N/A	113	0,054035625	
6616	Di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP)	1	1 µg/l	289	226,8040511	
7074	Dibutylétain cation	0,02	0,02 µg/l	4	0	1 ouvrage
Somme_67	Somme de PCB	0,0125	#N/A	2	0,000707107	2 ouvrages
Somme_92a	Somme d'Ethoxylates de nonylphénols	0,25	#N/A	9	0,212426458	3 ouvrages
Somme_92b	Somme d'Ethoxylates de octylphénols	0,4475	#N/A	2	0,491439213	2 ouvrages

ANNEXE 2 : Estimation des volumes de ruissellement sur les surfaces imperméabilisées

(extrait note Etat des lieux 2019 - Pressions ponctuelles liées aux macropolluants organiques sur les masses d'eau de cours d'eau du Bassin Loire-Bretagne - Evaluation de la pression générée par les systèmes d'assainissement des collectivités et les industries isolées)

Méthodologie générale

La méthodologie utilisée pour l'élaboration de l'EDL 2013 a été reprise intégralement. Elle conduit, comme pour les rejets directs d'eaux usées, à déterminer, d'une part, les flux rejetés en moyenne annuelle, d'autre part, ceux rejetés pour une pluie d'occurrence mensuelle. Elle a consisté, dans un premier temps, à estimer la surface imperméabilisée associée à chaque agglomération d'assainissement, puis à estimer la part de cette surface qui est raccordée aux portions de réseaux équipées en séparatif. Le ratio correspondant est déterminé en fonction du type de réseau majoritaire indiqué dans ROSEAU.

Les flux moyen annuel et d'occurrence mensuelle rejetés ont été calculés en pondérant la surface imperméabilisée par la hauteur de pluie considérée ainsi que par une valeur forfaitaire de concentration tirée de la bibliographie pour chacun des polluants pris en compte.

Ces rejets directs sont localisés au point de rejet de la station d'épuration associée.

Evaluation des surfaces imperméabilisées par agglomération en fonction de la charge de la station

Lors de l'élaboration de l'EDL 2013, l'agence disposait d'un échantillon de 290 bassins versants associés à une station OSUR pour lesquels on avait pu déterminer la surface imperméabilisée totale ainsi que la charge moyenne annuelle en entrée de station. Les surfaces imperméabilisées découlaient des surfaces urbanisées identifiées dans Corine land Cover. Les ratios d'imperméabilisation utilisés étaient ceux tirés du guide pressions-impact établi par la Direction de l'eau en 2012 :

Classes CLC	Coefficient imperméabilisation
Tissu urbain continu	0,8
Tissu urbain discontinu	0,4
Zones industrielles et commerciales	0,5

On avait obtenu un ratio de 230 m² par équivalent-habitant (EH) mesuré en moyenne annuelle en entrée de station avec une bonne corrélation. Si l'on néglige la surface associée aux agglomérations produisant moins de 10 kgDBO₅/j, on aboutit à aujourd'hui à une surface imperméabilisée totale de 200 000 ha sur l'ensemble du bassin (valeur très proche de celle calculée pour l'EDL 2013 soit 205 000 ha).

Evaluation des surfaces imperméabilisées raccordées aux réseaux séparatifs pluviaux

Il est proposé d'adopter les ratios suivants pour établir la surface imperméabilisée raccordée aux réseaux restant strictement en séparatifs EP qui étaient ceux de l'EDL 2013 et qui découlaient d'une analyse statistique basée sur les informations disponibles dans la base ouvrage de l'agence :

Type de réseaux majoritaire dans ROSEAU	Ratio de surface imperméabilisée raccordée aux réseaux EP stricts
« Séparatif »	100%
« Mixte »	50%
« Unitaire »	30%

Comme pour les autres rejets directs, les réseaux identifiés comme « inconnus » dans la base ROSEAU sont assimilés à des réseaux mixtes. In fine on calcule la part de la surface imperméabilisée prise en compte pour l'évaluation des rejets directs en appliquant la formule suivante :

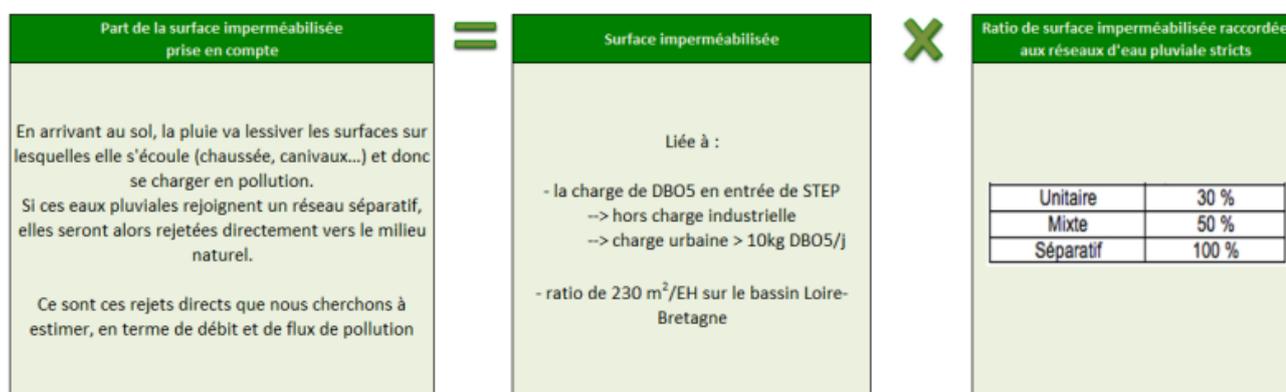
Part de la surface imperméabilisée prise en compte selon taille aggro et le type de réseau (en ha) = Surface imperméabilisée x Ratio de surface imperméabilisée raccordée aux réseaux séparatifs d'eaux pluviales

Comme pour les rejets dûs aux mauvais branchements, il est tenu compte également de la charge industrielle quand elle est connue pour ne pas maximiser la surface imperméabilisée.

Evaluation de la hauteur journalière précipitée

L'agence avait acquis auprès de METEO FRANCE les valeurs journalières de hauteur précipitée de 2000 à 2009 pour 36 stations pluviométriques du bassin Loire-Bretagne. **En ramenant la hauteur moyenne interannuelle précipitée à la journée, on avait obtenu une hauteur moyenne de 2,2 mm/j. De même la hauteur de la pluie d'occurrence mensuelle s'établissait à 14 mm/j.** Compte tenu du grand nombre d'approximations accompagnant l'évaluation des rejets par temps de pluie, il n'a pas été jugé utile d'acquérir à ce stade des valeurs plus récentes.

Les tableaux qui suivent récapitulent l'ensemble de ces dispositions :



Estimation du volume moyen annuel déversé :

Le volume moyen annuel déversé est déterminé en sommant les volumes journaliers déversés sur l'année 2016 puis en divisant cette somme par 365 jours. Lorsque les valeurs de volume journalier déversé ne sont pas disponibles, celles-ci sont alors estimées à partir du type de réseau de collecte majoritaire indiqué dans ROSEAU selon le tableau suivant :

**Taux de déversement estimé en fonction du type de réseau
de collecte majoritaire identifié dans ROSEAU**

	Taux de déversement utilisés pour l'EdL 2013	Taux mesurés globalement (2016)	Taux de déversement retenus pour l'EdL 2019
Réseau « unitaire » ou « mixte »	10%	12%	10%
Réseau « inconnu »	10%	9%	10%
Réseau « séparatif » capacité STEU > 500 EH	5%	4%	5%
Réseau « séparatif » capacité STEU < 500 EH	0%	Peu de données	0%

On conserve l'hypothèse (utilisée pour l'état des lieux 2013) qu'il n'y a pas de déversement pour les réseaux séparatifs équipant les agglomérations de taille inférieure à 500 EH car ils sont souvent récents. Dans la matrice des rejets on assimilera par défaut les réseaux « inconnus » à des réseaux « mixtes » sauf exceptions pour lesquelles l'agence disposait d'information plus précises. Le volume moyen annuel déversé exprimé en m3/j est alors obtenu de la manière suivante en utilisant le taux de déversement (T%) :

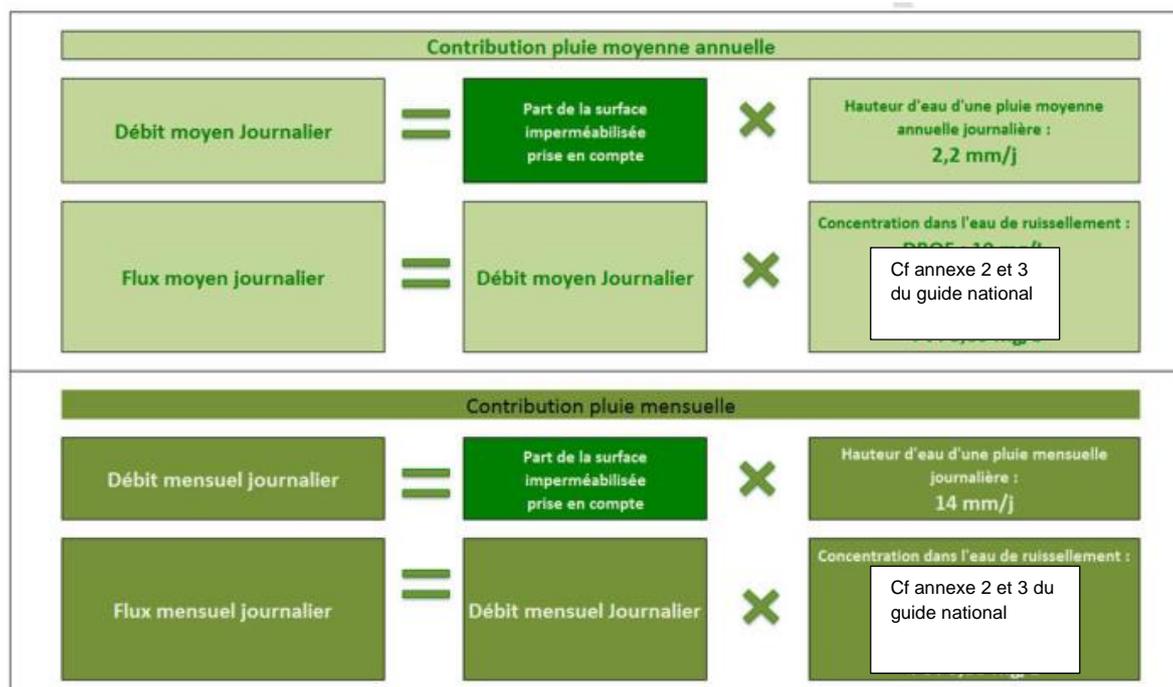
$$\text{Volume moyen annuel déversé (m3/j)} = \frac{\text{T\%} \times \text{Volume moyen annuel en entrée de station (m3/j)}}{(1-\text{T\%})}$$

Estimation du volume déversé d'occurrence mensuelle :

Pour déterminer le rejet d'occurrence mensuelle à partir des données d'autosurveillance disponibles, on classe, pour chaque point de déversement, les valeurs du volume journalier mesuré sur l'année 2016 dans l'ordre décroissant puis on retient la 12^{ème} valeur. On considère qu'il s'agit de déversements par temps de pluie. En l'absence de données mesurées, on a recherché s'il existait un coefficient multiplicateur susceptible d'être appliqué au rejet moyen pour obtenir le rejet d'occurrence mensuelle.

De fait, il a été possible de trouver une très bonne corrélation entre le rejet mensuel et le rejet moyen annuel comme l'illustre le graphique suivant reportant les valeurs disponibles pour 1085 points de déversement (deux points extrêmes ont été exclus de l'analyse car jugés non représentatifs du fait des intempéries qui sont intervenues fin mai/début juin 2016).

Les tableaux qui suivent récapitulent l'ensemble de ces dispositions :



ANNEXE 3 : Facteurs dont dépend le transfert des pesticides vers les eaux de surface mis en évidence à l'échelle parcellaire

Extraits de NG et CLEGG, 1997 : Atrazine and metolachlor losses in runoff events from an agricultural watershed: the importance of runoff components. the science of the total environment 193(215-228).

Les facteurs liés au milieu favorisant les transferts sont notamment :

.. 1) Au niveau climatique :

- le délai entre la première pluie ruisselante et l'application,
- l'intensité de pluie,
- la durée de pluie,
- le temps de déclenchement du ruissellement,
- la température de l'eau (BAILEY et al., 1974).

2) Au niveau du sol :

- la texture et le contenu en matière organique,
- la compaction du sol et les possibilités de battance,
- le contenu en eau,
- la topographie,
- le degré d'agrégation et de stabilité.

.. 3) Au niveau des pratiques et aménagement :

- Les pratiques de contrôle de l'érosion,
- la fréquence d'application,
- les zones tampons végétalisées,
- la couverture du sol (les sols nus sont, par exemple, favorables au ruissellement) et la gestion des résidus,
- le travail du sol (BAKER et al., 1978).

Les facteurs liés à la molécule favorisant les transferts sont notamment :

- Les propriétés de sorption, Koc, (plus la substance active est retenue et donc moins elle présente de risque notamment pour les eaux profondes ; par contre si l'érosion est forte, alors le risque est fort pour les eaux de surface),
- la solubilité (moins elle est élevée, moins le produit est entraîné par l'eau ; cependant au vu des quantités d'eau mise en jeu, la solubilité maximale n'est jamais atteinte, ce n'est donc qu'un facteur aggravant),
- la nature polaire ou ionique,
- la persistance,
- le type de formulation de la spécialité commerciale. Selon LEONARD, 1990, l'entraînement par ruissellement des poudres mouillables est deux à cinq fois supérieur à l'entraînement des autres formulations ; au contraire en secteur viticole sont utilisés des herbicides racinaires contenant de l'huile qui seraient stabilisés dans la couche superficielle du sol, ce qui limiterait les transferts verticaux (SEVERIN, 2002),
- le taux d'application,
- le type d'application et la localisation spatiale.

Cependant, les effets des facteurs liés à la nature de la substance se combinent de manière complexe et non univoque, et il est difficile de prévoir les conséquences d'un changement de l'un d'eux. Il apparaît d'ailleurs extrêmement difficile de se baser exclusivement sur les caractéristiques chimiques et environnementales d'un pesticide pour évaluer ses capacités de ruissellement et prévoir sa présence et sa concentration dans un milieu aussi complexe qu'un bassin versant (LARSON et al., 1995).

Les facteurs les plus déterminants et dont l'influence est la plus immédiatement perçue seraient liés au milieu (CALVET et CHARNEY, 2002). Ainsi il serait possible d'établir, à partir des caractéristiques physiques du bassin versant (pente, pourcentage de surface de sol avec un type de sol...), une valeur de base pour les pertes annuelles exprimées en pourcentage de matières utilisées, la météorologie déterminant le degré de variabilité interannuelle autour de la valeur de base (CAPEL et LARSON, 2001).

Finalement, il apparaît que le fonctionnement hydrologique du bassin versant et les facteurs tels que la proximité des cultures au réseau, la nature du réseau (aménagements anthropiques) pourraient avoir plus d'importance que les autres paramètres pour expliquer les transferts de produits phytosanitaires (WU et al, 1983 ; CARLUER, 1998 ; DOMANGE, 2001) ».

ANNEXE 4 : Flux émis par les stations d'épuration de collectivités (P8)

code sandre paramètre	Libellé paramètre	somme des flux moyens mesurés en g/j 114 ouvrages	somme des flux moyens extrapolés g/j (médiane moyenne) 7 648 ouvrages	Somme des flux mesurés et extrapolés en g/j	Somme des flux mesurés et extrapolés en Kg/an
1383	Zinc et ses composés	289 059	74 271	363 330	132 616
6323	Hydrazine	70 195	123 785	70 195	25 621
2605	Aniline	36 037	61 893	36 037	13 153
1168	Dichlorométhane	17 882	6 189	24 071	8 786
1390	Cyanures	20 845	61 893	20 845	7 609
1386	Nickel et ses composés	8 462	12 379	20 840	7 607
1371	Chrome Hexavalent	7 962	12 379	20 340	7 424
1373	Titane (métal total)	5 644	12 379	18 023	6 578
6616	Di(2-éthylhexyl)phtalate DEHP	16 411	1 238	17 649	6 442
1392	Cuivre et ses composés	7 630	6 189	13 819	5 044
1369	Arsenic et ses composés	6 388	6 189	12 578	4 591
1389	Chrome et ses composés	4 985	6 189	11 174	4 079
1955	Chloroalcanes C10-C13	4 004	6 189	10 193	3 720
1380	Etain (métal total)	3 911	6 189	10 101	3 687
1376	Antimoine (métal total)	3 842	6 189	10 031	3 661
1753	Chlorure de vinyle	2 428	6 189	8 618	3 145
1382	Plomb et ses composés	3 480	2 476	5 956	2 174
1379	Cobalt (métal total)	2 198	3 714	5 912	2 158
1388	Cadmium et ses composés	1 665	2 476	4 141	1 512
1161	1,2-dichloroéthane	1 362	2 476	3 838	1 401
1780	Xylènes (Somme o,m,p)	1 159	2 476	3 635	1 327
1135	Trichlorométhane (chloroforme)	871	1 238	2 109	770
1497	Ethylbenzène	702	1 238	1 940	708
1114	Benzène	661	1 238	1 899	693
1278	Toluene	633	1 238	1 871	683
1387	Mercure et ses composés	1 055	619	1 674	611
1272	Tétrachloroéthylène	512	619	1 131	413
1276	Tétrachlorure de carbone	431	619	1 050	383
1286	Trichloroéthylène	424	619	1 043	381
1652	Hexachlorobutadiène	273	619	892	325
5474	Nonylphénol 4-n-	193	186	379	138
1283	trichlorobenzène 1,2,4	131	248	379	138
1629	trichlorobenzène 1,3,5	128	248	376	137
6369	NP2EO	188	124	311	114
6366	NP1EO	186	124	310	113
1866	Chlordécone	110	186	296	108
1141	2,4-D	89	124	213	78
1235	Pentachlorophénol	88	124	212	77
6371	OP2EO	88	124	211	77
6370	OP1EO	87	124	211	77
1959	Octylphénols	87	124	211	77
1177	Diuron	93	62	155	56
1212	2,4 MCPA	78	62	140	51
1208	Isoproturon	68	62	130	47
6560	Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	58	62	120	44
1191	Fluoranthène	95	12	107	39
1207	Isodrine	42	62	104	38
1173	Dieldrine	42	62	104	38
1103	Aldrine	42	62	104	38
1144	DDD 44'	42	62	104	38

code sandre paramètre	Libellé paramètre	somme des flux moyens mesurés en g/j 114 ouvrages	somme des flux moyens extrapolés g/j (médiane moyenne) 7 648 ouvrages	Somme des flux mesurés et extrapolés en g/j	Somme des flux mesurés et extrapolés en Kg/an
1146	DDE 44'	42	62	104	38
1145	DDE 24'	42	62	103	38
1143	DDD 24'	42	62	103	38
1181	Endrine	41	62	103	38
1147	DDT 24'	41	62	103	38
1148	DDT 44'	41	62	103	38
1517	Naphtalène	40	62	102	37
1136	Chlortoluron	37	62	99	36
1284	1,1,1 trichloroéthane	37	62	99	36
5438	Mirex	37	62	99	36
1209	Linuron	35	62	97	35
1464	Chlorfenvinphos	34	31	65	24
1107	Atrazine	27	37	64	23
1667	Oxadiazon	27	37	64	23
1263	Simazine	24	37	61	22
1922	Hexabromobiphényle	26	25	51	19
1771	Dihydrure de dibutylétain	22	25	47	17
5537	Hexachlorocyclohexane (somme des HCH)	20	25	45	16
1101	Alachlore	19	25	44	16
1083	Chlorpyrifos	17	25	42	15
2879	Tributylétain cation	17	25	42	15
1203	Hexachlorocyclohexane gamma (lindane)	16	25	41	15
2542	Monobutylétain cation	16	25	40	15
1197	Heptachlore	14	25	39	14
1458	Anthracène	14	25	39	14
6372	Triphénylétain cation	14	25	39	14
1743	Endosulfan	13	25	38	14
1289	Trifluraline	9	12	21	8
1199	Hexachlorobenzène	9	12	21	8
1888	Pentachlorobenzène	9	12	21	8
1115	Benzo (a) Pyrène	9	12	21	8
1132	Chlordane	7	12	20	7
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène	5	6	11	4
1116	Benzo (b) Fluoranthène	5	6	11	4
1204	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	5	6	11	4
1117	Benzo (k) Fluoranthène	4	6	11	4
1245	PCB 153	4	6	11	4
1243	PCB 118	4	6	10	4
1246	PCB 180	4	6	10	4
1241	PCB 52	4	6	10	4
1242	PCB 101	4	6	10	4
1239	PCB 28	4	6	10	4
1244	PCB 138	4	6	10	4

ANNEXE 5 : Flux émis par les ménages non (ou mal) raccordés (P9)

code sandre paramètre	Libellé paramètre	Flux moyen part raccordée non épurée Kg/an	Flux moyen part raccordée épurée mauvais branchements Kg/an	Flux moyen total Kg/an
1383	Zinc	482,36	631,91	1114,28
1392	Cuivre	192,24	251,84	444,08
1386	Nickel	26,76	35,06	61,81
1389	Chrome	20,49	26,84	47,34
1382	Plomb	18,87	24,72	43,60
5474	4-n Nonylphénol	9,37	12,27	21,63
6600	p-octylphénols	8,45	11,07	19,52
1278	Toluène	2,49	3,27	5,76
1388	Cadmium	0,90	1,18	2,08
1387	Mercure	0,36	0,47	0,83
1524	Phénanthrène	0,31	0,41	0,72
6370	OP1OE	0,27	0,36	0,63
1118	Benzo (g,h,i) pérylène	0,07	0,09	0,16
1191	Fluoranthène	0,07	0,09	0,15
6561	PFOS	0,06	0,08	0,15
1115	benzo (a) pyrène	0,05	0,07	0,12

ANNEXE 6 : Flux émis par les industries hors centrales nucléaires (P10)

code sandre paramètre	Libellé paramètre	somme des flux mesurés g/j (577 sites)	somme des flux mesurés en kg/an
1383	Zinc et ses composés	34 392	8 254
1386	Nickel et ses composés	11 424	2 742
1465	Acide monochloroacétique	9 930	2 383
1389	Chrome et ses composés	7 959	1 910
1168	Dichlorométhane	6 709	1 610
1392	Cuivre et ses composés	5 278	1 267
1382	Plomb et ses composés	3 002	721
1135	Trichlorométhane (chloroforme)	2 014	483
1369	Arsenic et ses composés	1 976	474
1388	Cadmium et ses composés	863	207
Somme_92b	Somme d'Ethoxylates de octylphénols	627	151
6371	OP2EO	612	147
1278	Toluene	556	133
1955	Chloroalcanes C10-C13	396	95
1387	Mercure et ses composés	382	92
6370	OP1EO	346	83
1235	Pentachlorophénol	244	59
Somme_66	Somme de Diphényléthers bromés	235	56
Somme_66	Somme de Diphényléthers bromés	235	56
1957	Nonylphénols	229	55
1161	1,2-dichloroéthane	227	55
1920	Octylphénols (p-(n-octyl) phénol)	126	30
Somme_92a	nonylphénols Somme d'Ethoxylates de	120	29
6366	NP1EO	107	26
1286	Trichloroéthylène	105	25
6369	NP2EO	97	23
1272	Tétrachloroéthylène	65	16
6598	Nonylphénols linéaire ou ramifiés	51	12
1815	Décabromodiphényléther (BDE 209)	47	11
2910	Heptabromodiphényléther BDE 183	46	11
2916	Pentabromodiphényléther (BDE 99)	46	11
2919	Tétrabromodiphényléther (BDE 47)	46	11
2915	Pentabromodiphényléther (BDE 100)	46	11
2912	Hexabromodiphényléther (BDE 153)	46	11
2911	Hexabromodiphényléther (BDE 154)	46	11
1847	Phosphate de tributyle	39	9
1780	Xylènes (Somme o,m,p)	35	8
1958	Nonylphenols 4 n ramifiés	34	8
1517	Naphtalène	32	8
1114	Benzène	26	6
1276	Tétrachlorure de carbone	22	5
2542	Monobutylétain cation	20	5
7074	Dibutylétain cation	18	4

code sandre paramètre	Libellé paramètre	somme des flux mesurés g/j (577 sites)	somme des flux mesurés en kg/an
1467	Chlorobenzène	14	3
1497	Ethylbenzène	13	3
1271	1,1,2,2 Tetrachloroethane	11	3
1163	1,2 dichloroéthylène	10	2
2879	Tributylétain cation	9	2
1470	1-chloro-4-nitrobenzène	8	2
1191	Fluoranthène	8	2
1494	Epichlorohydrine	7	2
1549	2,4,6 trichlorophénol	7	2
1160	1,1 dichloroéthane	7	2
6600	p-octylphénols (mélange)	6	2
1177	Diuron	6	1
1959	Octylphénols	6	1
2065	3-chloroprène (chlorure d'allyle)	5	1
1284	1,1,1 trichloroéthane	3	1
1458	Anthracène	3	1
2611	Chloroprène	3	1
1208	Isoproturon	3	1
1753	Chlorure de vinyle	3	1
1166	1,4 dichlorobenzène	3	1
1164	1,3 dichlorobenzène	3	1
1629	trichlorobenzène 1,3,5	3	1
1652	Hexachlorobutadiène	3	1
1283	trichlorobenzène 1,2,4	2	1
1630	trichlorobenzène1,2,3	2	1
1165	1,2 dichlorobenzène	2	1
1165	1,2 dichlorobenzène	2	1
1165	1,2 dichlorobenzène	2	1
1464	Chlorfenvinphos	2	0
1584	Biphényle	2	0
1162	1,1 dichloroéthylène	2	0
1263	Simazine	2	0
1600	4-chlorotoluène	2	0
1601	3-chlorotoluène	2	0
1633	Isopropylbenzène	2	0
1107	Atrazine	2	0
1651	3 chlorophénol	1	0
1471	2 chlorophénol	1	0
1285	1,1,2 Trichloroethane	1	0
1656	Hexachloroéthane	1	0
1656	Hexachloroéthane	1	0
1650	Chlorophénol-4	1	0
1116	Benzo (b) Fluoranthène	1	0
1115	Benzo (a) Pyrène	1	0
1593	2 chloroaniline	1	0
2613	2-nitrotoluène	1	0

code sandre paramètre	Libellé paramètre	somme des flux mesurés g/j (577 sites)	somme des flux mesurés en kg/an
1586	3,4-dichloroaniline	1	0
1591	4 chloroaniline	1	0
1592	3 chloroaniline	1	0
1594	4-chloro-2 nitroaniline	1	0
1200	Hexachlorocyclohexane alpha	0	0
1117	Benzo (k) Fluoranthène	0	0
1636	4-chloro-3-méthylphénol	0	0
1199	Hexachlorobenzène	0	0
1548	2,4,5 trichlorophénol	0	0
1203	Hexachlorocyclohexane gamma (lindane)	0	0
1204	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	0	0
2612	Hexachloropentadiène	0	0
2612	Hexachloropentadiène	0	0
1083	Chlorpyrifos	0	0
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène	0	0
1101	Alachlore	0	0
1486	2,4 dichlorophénol	0	0
1468	1-chloro-3-nitrobenzène	0	0
1469	1-chloro-2-nitrobenzène	0	0
1289	Trifluraline	0	0
1178	Endosulfan alpha	0	0
1179	Endosulfan bêta	0	0
1245	PCB 153	0	0
1888	Pentachlorobenzène	0	0
1243	PCB 118	0	0
1244	PCB 138	0	0
1246	PCB 180	0	0
6372	Triphénylétain cation	0	0
1631	1,2,4,5 tétrachlorobenzène	0	0
1453	Acénaphène	0	0
1239	PCB 28	0	0
1242	PCB 101	0	0
1241	PCB 52	0	0

ANNEXE 6 bis : Flux émis par les industries avec la contribution des centrales nucléaires pour 4 éléments métalliques (P10)

code sandre paramètre	Libellé paramètre	Somme des flux mesurés industries g/j (577 sites)	Somme des flux mesurés industries (577 sites) en kg/an	Apport des centrales nucléaires Kg/an	Somme des flux mesurés globaux en kg/an
1383	Zinc et ses composés	34 392	8 254	12 102	46 494
1392	Cuivre et ses composés	5 278	1 267	26 250	31 528
1382	Plomb et ses composés	3 002	721	376	3 378
1369	Arsenic et ses composés	1 976	474	692	2 668

ANNEXE 7 : Ruissellement des surfaces imperméabilisées (P6)

Code Sandre	Substance	Flux mg/j pluie d'occurrence mensuelle	Flux mg/j pluie annuelle	Flux Kg/j pluie d'occurrence mensuelle	Flux Kg/j pluie annuelle	Flux Kg/an pluie d'occurrence mensuelle ramenée à une année
1383	zinc	5 480 674	861 249	5 481	861	65 768
1392	cuivre	616 045	96 807	616	97	7 393
1382	plomb	297 401	46 734	297	47	3 569
1389	chrome	141 265	22 199	141	22	1 695
6616	DEHP	21 243	3 338	21	3	255
1177	diuron	7 860	1 235	8	1	94
1458	anthracène	6 893	1 083	7	1	83
1191	fluoranthène	2 815	442	3	0	34
1958	nonylphénols	2 124	334	2	0	25
1959	octylphénols	1 891	297	2	0	23
1117	benzo(k)fluoranthène	1 816	285	2	0	22
1517	naphtalène	1 742	274	2	0	21
1116	benzo(b)fluoranthène	1 476	232	1	0	18
1115	benzo(a)pyrène	1 402	220	1	0	17
1204	indéno(1,2,3,c-d)pyrène	1 275	200	1	0	15
1118	benzo(g,h,i)pérylène	871	137	1	0	10
1208	isoproturon	212	33	0	0	3

ANNEXE 8 : Déversements des réseaux en temps de pluie (P7)

Code Sandre	Substance	Flux g/j DO unitaires (382 ouvrages)	Flux g/j Mixte (251 ouvrages)	Flux g/j Séparatif (454 ouvrages)	Flux total g/j (1087 ouvrages)	Flux total Kg/an (1087 ouvrages)
1383	zinc	757 527	243 023	42 132	1 042 681	12 512
1392	cuivre	65 167	21 110	4 736	91 013	1 092
1382	plomb	65 167	20 906	2 286	88 359	1 060
1286	trichloroéthylène	559	52 802	0	53 362	640
1955	chloroalcanes	10 172	3 263	0	13 436	161
6616	DEHP	6 771	2 172	163	9 107	109
1389	chrome	954	6 221	1 086	8 261	99
1272	trétrachloroéthylène	3 242	1 040	0	4 283	51
1959	octylphénols	114	2 892	15	3 020	36
1135	chloroforme ou trichlorométhane	572	1 540	0	2 112	25
1958	nonylphénols	388	143	16	547	7
1177	diuron	267	113	60	440	5
1181	dieldrine	261	159	0	420	5
1103	aldrine	89	95	0	184	2
1116	benzo(b)fluoranthène	99	40	11	150	2
1517	naphtalène	70	43	13	126	2
1115	benzo(a)pyrène	76	39	11	126	2
1204	indéno(1,2,3-c-d)pyrène	76	27	10	113	1
1118	benzo(g,h,i)pérylène	54	35	7	96	1
1458	anthracène	20	20	53	93	1
1191	fluoranthène	38	25	22	85	1
1117	benzo(k)fluoranthène	33	11	14	58	1
1208	isoproturon	19	23	2	44	1
2879	tributylétain	19	6	0	25	0

ANNEXE 9 : Flux émis par les retombées atmosphériques (P1)

Code Sandre	Substance	Flux moyen en kg/an	Flux max en kg/an	Flux min en kg/an
1388	Cadmium	9	29	4
1389	Chrome	440	733	147
1392	Cuivre	6425	10522	2329
1386	Nickel	310	466	78
1387	Mercure	7	18	2
1382	Plomb	336	1035	172
1383	Zinc	2570	9375	586
7707	Dioxines	6,7E-11	4,8E-10	1,6E-11
1199	Hexachlorobenzène (HCB)	6,9E-02	1,7E-01	6,6E-03
1115	Benzo (a) pyrène	3,7	6,6	0,9
1116	Benzo (b) fluoranthène	9,5	43,1	4,3
1118	Benzo (g,h,i) pérylène	7,8	43,1	4,3
1117	Benzo (k) fluoranthène	3,9	17,2	0,9
1191	Fluoranthène	0,1	172,5	24,1
7088	HAP (estimation globale)	41	250	13

ANNEXE 10 : Flux émis par le ruissellement depuis les terres perméables (agricoles) pour les phytosanitaires (P3)

Code Sandre	Substance	% d'apport	Moyenne des ventes 2015 - 2017	Apport Kg/an 2015-2017	PoTOX 2015-2017	Ventes 2018	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2018
1506	glyphosate	3,81301125	2 462 635	93 901	7	2 387 014	91 017	7
1092	prosulfocarbe	1,9434265	1 421 762	27 631	55	1 552 880	30 179	60
1234	pendimethaline	4,22004897	431 664	18 216	260	541 290	22 843	326
1473	chlorothalonil	2,34241304	454 513	10 647	11	494 622	11 586	12
2974	s-metolachlore	1,30320991	529 417	6 899	1	575 812	7 504	1
2067	metirame-zinc	4,62726889	137 293	6 353	1	108 375	5 015	1
1414	propyzamide	2,45785655	237 425	5 836	1	162 708	3 999	0
1688	aclonifen	3,713728	157 047	5 832	49	195 290	7 253	60
1814	diflufenicanil	4,03366835	140 822	5 680	568	130 926	5 281	528
1136	chlortoluron	1,50398656	372 495	5 602	56	305 468	4 594	46
2097	chlormequat chlorure	1,04506935	485 680	5 076	0	373 816	3 907	0
1253	prochloraze	3,86495892	120 002	4 638	8	94 945	3 670	7
1208	isoproturon	1,01627496	389 437	3 958	12	265	3	0
1141	2,4-D	2,67045693	139 601	3 728	2	132 265	3 532	2
1694	tebuconazole	2,2588879	154 253	3 484	3	166 043	3 751	4
1519	napropamide	2,17838829	124 500	2 712	1	81 741	1 781	0
1718	thirame	3,02258642	71 460	2 160	1	62 241	1 881	1
5526	boscalid	3,07973814	66 376	2 044	0	48 576	1 496	0
1744	epoxiconazole	2,95114991	68 785	2 030	20	51 833	1 530	15
1281	triallate	3,34048393	60 067	2 007	2	66 383	2 218	2
2093	ethephon	2,27971091	86 574	1 974	0	72 730	1 658	0
1877	imidaclopride	2,41235939	81 519	1 967	10	3 499	84	0
1359	cyprodinyl	2,70442974	70 501	1 907	73	77 207	2 088	80
1940	flufenacet	1,47422387	123 391	1 819	2	124 615	1 837	2
1140	cypermethrine	5,10664613	32 382	1 654	20 166	36 490	1 863	22 725
1257	propiconazole	2,91777998	53 845	1 571	1	45 322	1 322	1
2576	pyraclostrobine	3,47101594	45 040	1 563	8	49 677	1 724	8
1212	2,4-mcpa	0,82894846	149 411	1 239	2	98 887	820	2
1951	azoxystrobine	1,61875975	71 225	1 153	1	76 457	1 238	1
2089	mepiquat-chlorure	2,10072668	54 001	1 134	0	50 625	1 063	0
1670	metazachlore	0,56724315	199 958	1 134	60	121 837	691	36
2988	propamocarbe hcl	2,04829213	52 328	1 072	0	61 428	1 258	0
2664	spiroxamine	2,45476504	41 820	1 027	1	18 459	453	1
1680	cyproconazole	2,05702798	44 298	911	2	30 405	625	1
1675	Flurochloridone	2,33170706	37 509	875	4	40 386	942	4
2022	fludioxonil	5,12326066	16 603	851	2	20 152	1 032	2
1700	fenpropidine	3,15150456	23 967	755	2	35 621	1 123	3

Code Sandre	Substance	% d'apport	Moyenne des ventes 2015 - 2017	Apport Kg/an 2015-2017	PoTOX 2015-2017	Ventes 2018	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2018
2008	flurtamone	1,98599751	35 375	703	1	38 269	760	1
1966	dithianon	2,75640483	23 658	652	1	27 694	763	1
1905	difenoconazole	3,42240715	18 654	638	1	22 028	754	1
1765	fluroxypyr	1,13025322	54 674	618	0	53 651	606	0
1189	fenpropimorphe	2,84144793	20 974	596	2	14 276	406	1
1083	chlorpyriphos-ethyl	3,05769858	17 189	526	16	82	2	0
1192	folpel	0,47289317	106 310	503	0	117 725	557	0
1672	isoxaben	2,33930771	20 187	472	1	12 996	304	1
2087	quinmerac	0,73923157	63 794	472	0	38 054	281	0
1941	bromoxynil octanoate	1,19578762	38 044	455	2	16 459	197	1
1094	lambda-cyhalothrine	4,64298593	8 687	403	2 123	11 701	543	2 859
2017	clomazone	1,80540017	21 424	387	0	13 234	239	0
2546	dimethachlore	0,52327518	72 313	378	0	32 755	171	0
1193	tau-fluvalinate	5,92259841	6 189	367	57	7 419	439	69
2678	trifloxystrobine	2,06121031	17 079	352	0	13 903	287	0
1953	tefluthrine	3,57107057	9 490	339	854	15 083	539	1 357
1403	dimethomorphe	1,94951478	17 113	334	0	25 271	493	0
1540	chlorpyriphos-methyl	1,84542281	18 078	334	3	32 042	591	6
2544	dichlorprop-p	0,42909164	76 598	329	0	57 285	246	0
1119	bifenox	2,93525488	10 064	295	24	1 645	48	4
1149	deltamethrine	6,70030085	4 396	295	2 946	3 594	241	2 408
1184	ethofumesate	1,58044581	17 899	283	0	15 231	241	0
1528	pyrimicarbe	2,00519025	13 160	264	3	15 102	303	3
2096	trinexapac-ethyl	1,24168556	19 020	236	0	19 971	248	0
1717	thiophanate-methyl	0,53658169	43 485	233	0	41 256	221	0
2731	glufosinate ammonium	1,38533475	16 704	231	0	8 389	116	0
1288	triclopyr	0,91800067	25 123	231	0	21 890	201	0
1215	metamitron	0,66734467	32 991	220	0	35 690	238	0
1887	pencycuron	3,37647446	6 507	220	0	7 273	246	0
2669	picoxystrobine	1,97315724	10 746	212	0	2 289	45	0
1236	phenmediphame	1,73363393	11 856	206	0	12 651	219	0
1206	iprodione	2,25194434	8 916	201	1	2 546	57	0
2084	mecoprop-p (mcpp-p)	1,10021127	17 738	195	0	6 959	77	0
1112	benfluraline	3,71469928	5 215	194	0	5 917	220	1
1971	phosmet	2,00865006	9 335	188	1	48 167	967	3
1432	pyrimethanil	1,78013466	10 222	182	0	8 571	153	0

Code Sandre	Substance	% d'apport	Moyenne des ventes 2015 - 2017	Apport Kg/an 2015-2017	PoTOX 2015-2017	Ventes 2018	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2018
1668	oryzalin	2,8553105	5 937	170	0	7 471	213	0
2984	fluazinam	2,25323148	6 955	157	1	6 933	156	1
2023	flumioxazine	2,82009335	5 331	150	4	9 200	259	7
2858	zoxamide	2,68210637	5 470	147	0	8 069	216	1
2076	mesotrione	0,21371557	67 026	143	0	73 541	157	0
1860	bromuconazole	2,75495381	5 066	140	0	16 667	459	0
2987	metalaxyl-m	2,15433047	6 290	136	0	7 120	153	0
1133	chloridazone	1,51049308	8 720	132	0	7 572	114	0
1209	linuron	2,05014769	6 324	130	0	48	1	0
2095	clodinafop-propargyl	1,9558205	6 579	129	0	7 594	149	0
1952	oxyfluorfen	3,67615571	3 461	127	21	21	1	0
1105	aminotriazole	0,76767982	16 523	127	2	137	1	0
1404	fluazifop-p-butyl	2,88640027	4 309	124	0	4 357	126	0
1125	bromoxynil	0,54094015	21 726	118	0	23 530	127	0
5567	cyazofamide	1,36370257	8 127	111	0	9 864	135	0
1879	Metconazole	3,03631434	3 314	101	0	39 167	1 189	4
1113	bentazone	0,19007742	52 549	100	0	44 874	85	0
1713	thiabendazole	4,84330095	1 989	96	0	2 468	120	0
2578	mesosulfuron-methyl	1,50484002	5 970	90	1	4 976	75	1
1677	meptyldinocap	3,70398452	2 410	89	2	2 033	75	2
2980	desmedipham	2,75169901	2 896	80	0	3 100	85	0
2992	triticonazole	2,73232385	2 706	74	0	2 049	56	0
1812	alphamethrine	4,35208891	1 676	73	5	736	32	2
1660	tetraconazole	2,60793735	2 658	69	0	2 425	63	0
1972	propaquizafop	2,85889343	2 316	66	0	1 394	40	0
1705	manebe	1,63476684	3 711	61	0	10	0	0
2028	quinoxifene	4,35569497	1 261	55	0	677	29	0
1942	ioxynil octanoate	1,08881183	4 090	45	0	6	0	0
1259	pyridate	0,70282535	5 663	40	0	5 601	39	0
2545	paclobutrazol	2,75970583	1 400	39	0	692	19	0
5416	pymetrozine	2,25486783	1 660	37	0	3 415	77	0
1333	carbetamide	0,90131185	4 061	37	0	840	8	0
1474	chlorprophame	1,59657331	2 189	35	0	2 490	40	0
1797	metsulfuron-methyl	0,64353337	5 355	34	1	5 194	33	1
1142	2,4-db	1,25772778	2 707	34	0	2 504	31	0
1704	imazalil	2,15109316	1 560	34	0	2 329	50	0
1495	ethoprophos	0,80839867	4 078	33	0	5 448	44	0
1488	diflubenzuron	3,35264288	975	33	0	102	3	0
2985	flutolanil	4,67396201	679	32	0	958	45	0
1809	esfenvalerate	5,66976453	548	31	0	607	34	0

Code Sandre	Substance	% d'apport	Moyenne des ventes 2015 - 2017	Apport Kg/an 2015-2017	PoTOX 2015-2017	Ventes 2018	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2018
1687	benalaxyl	3,33730822	921	31	0	1 116	37	0
1128	captane	0,04267009	66 731	28	0	99 927	43	0
5483	indoxacarbe	2,84993694	950	27	0	778	22	0
1861	bupirimate	2,27184417	1 144	26	0	1 188	27	0
2088	metam-sodium	0,0035	675 805	24	0	349 426	12	0
1906	fenbuconazole	3,25701195	689	22	0	912	30	0
1205	ioxynil	0,7848995	2 732	21	0	0	0	0
1950	kresoxim-methyl	1,25493369	1 584	20	0	992	12	0
2986	imazamox	0,42303381	4 633	20	0	4 296	18	0
2743	fenhexamid	0,42909164	4 210	18	0	4 526	19	0
1510	methiocarbe	2,40367528	708	17	2	281	7	1
1967	fenoxycarbe	2,43311577	684	17	104	586	14	89
5533	mepanipyrim	2,4778307	652	16	0	281	7	0
1681	cyfluthrine	4,37534183	301	13	1	132	6	1
5576	6-benzyladenine	1,65625996	750	12	0	559	9	0
1171	diclofop methyl	4,08840869	299	12	0	2	0	0
1213	2,4-mcpb	0,37845603	3 150	12	0	2 061	8	0
1882	nicosulfuron	0,05674318	20 246	11	0	19 244	11	0
1225	metribuzine	0,12396288	8 765	11	0	12 762	16	0
1796	metaldehyde	0,0046	208 321	10	0	68 986	3	0
1881	myclobutanil	1,97789975	482	10	0	176	3	0
1722	zirame	1,77592208	482	9	0	478	8	0
1261	pyrimiphos-methyl	2,41148008	338	8	4	513	12	6
1896	tebufenpyrad	1,94002534	389	8	0	44	1	0
2742	fenazaquin	4,17703324	172	7	0	156	6	0
1268	Terbutylazine	1,68439019	391	7	0	55 008	927	15
1211	Mancozèbe	0,002	299 697	6	0	435 016	9	0
1762	penconazole	3,11327384	181	6	0	107	3	0
2012	amidosulfuron	0,37845603	1 473	6	0	1 746	7	0
1667	oxadiazon	3,28981845	141	5	0	25	1	0
2806	foramsulfuron	0,13703894	3 284	5	0	3 325	5	0
2744	fosthiazate	0,38572786	1 066	4	0	232	1	0
1487	1,3-dichloropropene	0,004	84 652	3	0	236	0	0
1903	acetochlore	1,0077634	334	3	0	0	0	0
1939	flazasulfuron	0,30240789	1 036	3	0	855	3	0
1310	acrinathrine	5,1711781	56	3	0	95	5	1
2976	carfentrazone ethyl	0,09790937	2 463	2	0	3 171	3	0
1503	flutriafol	5,72638399	40	2	0	3	0	0
2007	abamectine	1,3899091	139	2	0	121	2	0

Code Sandre	Substance	% d'apport	Moyenne des ventes 2015 - 2017	Apport Kg/an 2015-2017	PoTOX 2015-2017	Ventes 2018	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2018
1890	pyridabene	4,70094192	38	2	0	0	0	0
1480	dicamba	0,0028	61 656	2	0	66 487	2	0
5545	bifenazate	1,71093696	95	2	0	82	1	0
1869	dazomet	0,0035	46 208	2	0	108 350	4	0
2020	famoxadone	2,7159043	59	2	0	1	0	0
1876	hexythiazox	2,9199727	53	2	0	48	1	0
2951	iprovalicarbe	0,7851964	195	2	0	51	0	0
2085	sulfosulfuron	0,47947366	318	2	0	350	2	0
1280	triadimenol	1,96709465	66	1	0	9	0	0
1895	tebufenozide	1,52925207	79	1	0	67	1	0
5509	pyraflufen-ethyl	1,40823252	77	1	0	200	3	0
5499	pyriproxifene	3,21517556	31	1	0	24	1	0
1139	cymoxanil	0,0048	17 356	1	0	20 239	1	0
1662	sulcotrione	0,00496477	16 212	1	0	5 706	0	0
5581	acibenzolar-s-methyl	1,7515788	31	1	0	34	1	0
1214	mecoprop (mcpp)	0,0035	13 315	0	0	987	0	0
2975	carboxine	0,004	11 201	0	0	7 280	0	0
2729	cycloxydime	0,004	10 446	0	0	7 306	0	0
2978	clethodime	0,002	20 741	0	0	18 623	0	0
1945	isoxaflutole	0,002	18 910	0	0	14 665	0	0
1913	thifensulfuron-methyle	0,0035	9 221	0	0	9 514	0	0
2534	prosulfuron	0,004	5 194	0	0	2 227	0	0
1975	fosetyl-aluminium	0,00009	199 514	0	0	261 327	0	0
1172	dicofol	3,713728	4	0	0	0	0	0
2064	tribenuron-methyle	0,004	3 576	0	0	3 345	0	0
2897	cyromazine	1,22832555	11	0	0	8	0	0
1678	dimethenamide	0,64978687	15	0	0	0	0	0
2026	lufenuron	3,99073814	2	0	0	0	0	0
1892	rimsulfuron	0,18716478	43	0	0	20	0	0
1810	clopyralid	0,001	7 957	0	0	13 040	0	0
2810	florasulame	0,0026	2 989	0	0	2 575	0	0
1289	trifluraline	4,19738881	2	0	0	2	0	0
5579	acetamipride	0,004	1 544	0	0	1 280	0	0
2057	fenamidone	1,08946096	5	0	0	0	0	0
1177	diuron	2,67045693	2	0	0	148	4	0
2068	oxadiargyl	2,301345	2	0	0	0	0	0
1194	flusilazole	3,06239952	1	0	0	0	0	0
5511	methoxyfenozide	2,30283241	1	0	0	2	0	0

Code Sandre	Substance	% d'apport	Moyenne des ventes 2015 - 2017	Apport Kg/an 2015-2017	PoTOX 2015-2017	Ventes 2018	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2018
2565	flupyr-sulfuron-methyle	0,003	971	0	0	214	0	0
5569	cyhalofop butyl	0,54353724	4	0	0	0	0	0
1868	clofentezine	3,00466696	1	0	0	0	0	0
2991	triflusulfuron-methyl	0,0015	498	0	0	457	0	0
1231	oxydemeton-methyl	0,09323741	8	0	0	0	0	0
1175	dimethoate	0,0033	192	0	0	0	0	0
1850	oxamyl	0,0025	174	0	0	134	0	0
2860	imazaquine	0,003	111	0	0	22	0	0
1859	bromadiolone	1,14120035	0	0	0	0	0	0
2989	propinebe	0,0028	45	0	0	1	0	0
1353	chlorsulfuron	0,89275527	0	0	0	0	0	0
1702	formaldehyde	0,0002	304	0	0	12	0	0
1210	malathion	0,003	11	0	0	6	0	0
1170	dichlorvos	0,002	0	0	0	0	0	0

ANNEXE 10 bis : Flux émis par le ruissellement depuis les terres perméables (agricoles) pour les éléments traces métalliques (P3)

Code Sandre	Substance	SAU km2	CT moyen en %	AM/TA moyenne en Kg/ha	Quantité moyenne de métal émise en kg	AM/TA min en Kg/ha	Quantité minimale de métal émise en kg	AM/TA max en Kg/ha	Quantité max de métal émise en kg
1388	Cadmium	121 910	0,4	1,80E-03	8 778	1,00E-03	4 876	6,00E-03	29 258
1382	Plomb	121 910	0,4	2,40E-02	117 034	1,00E-02	48 764	2,10E-01	1 024 044
1387	Mercure	121 910	0,4	4,00E-04	1 951	1,00E-04	488	2,00E-03	9 753
1386	Nickel	121 910	0,4	1,90E-02	92 652	1,00E-02	48 764	7,00E-02	341 348
1383	Zinc	121 910	0,4	0,514	2 506 470	0,2	975 280	2,3	11 215 720
1369	Arsenic	121 910	0,4	4,50E-03	21 944	1,00E-03	4 876	3,30E-02	160 921
1392	Cuivre	121 910	0,4	0,160	780 224	0,1	487 640	0,7	3 413 480
1389	Chrome	121 910	0,4	3,40E-02	165 798	1,00E-02	48 764	1,40E-01	682 696
	somme				3 694 848				

ANNEXE 11 : Émissions par drainage (P3)

Code Sandre	Substance	Médiane	Apport Kg/an 2015-2017	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2015-2017	PoTOX 2018
1208	Isoproturon	2,08	1 906,7	1,30	6,0	0,00
1882	Nicosulfuron	0,08	143,7	136,61	4,1	3,90
1234	Pendiméthaline	119,73	152,1	190,79	2,2	2,73
1141	2,4D	1,35	2 763,1	2 617,90	1,3	1,19
1212	2,4 MCPA	2,36	525,4	347,76	1,1	0,70
1359	Cyprodinil	79,40	24,0	26,30	0,9	1,01
1506	Glyphosate	179,63	522,8	506,71	0,0	0,04
1139	cymoxamil	0,16	5,2	6,03	0,0	0,00
1796	Métaldéhyde	1,64	5,9	1,94	0,0	0,00
1289	Trifluralin	53,59	0,0	0,00	0,0	0,00
			6 048,9	3 835,33		

ANNEXE 12 : Émissions par érosion (P2)

Code Sandre	Substance	Médiane	Moyenne des ventes 2015 - 2017	Apport Kg/an 2015-2017	Ventes 2018	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2015-2017	PoTOX 2018
1140	Cyperméthrin	1,09	32 381,95	1 519,55	36 490,09	1 712,33	18 531,14	20 882,09
1234	Pendiméthaline	1,15	431 663,56	15 850,34	541 289,55	19 875,71	226,43	283,94
1688	Aclonifen	1,22	157 046,64	4 767,03	195 289,84	5 927,88	39,73	49,40
1359	Cyprodinil	3,15	70 500,55	605,14	77 206,85	662,71	23,27	25,49
1473	Chlorothalonil	1,67	454 512,94	6 369,17	494 621,60	6 931,22	6,37	6,93
1506	Glyphosate	1,67	2 462 635,23	56 340,34	2 387 014,45	54 610,28	4,33	4,20
1253	Prochloraze	2,46	120 001,54	1 886,98	94 944,62	1 492,97	3,43	2,71
1208	Isoproturon	9,00	389 437,47	439,75	265,30	0,30	1,37	0,00
1212	2,4 MCPA	13,73	149 411,25	90,22	98 886,92	59,71	0,18	0,12
1414	Propyzamide	6,28	237 424,85	929,42	162 708,05	636,93	0,12	0,08
1141	2,4D	15,40	139 601,00	242,08	132 265,48	229,36	0,11	0,10
2974	s-metolachlore	21,00	529 416,62	328,54	575 812,45	357,34	0,05	0,05
1950	krésoym-méthyl	3,67	1 584,32	5,42	992,49	3,40	0,02	0,01
1882	Nicosulfuron	18,17	20 246,20	0,63	19 243,77	0,60	0,02	0,02
5526	Boscalid	11,45	66 375,53	178,46	48 575,57	130,60	0,02	0,01
1209	Linuron	9,63	6 324,31	13,46	48,21	0,10	0,01	0,00
1289	Trifluralin	1,26	1,64	0,05	1,92	0,06	0,00	0,00
1113	Bentazone	12,14	52 548,97	8,23	44 874,41	7,02	0,00	0,00
1796	Métaldéhyde	15,73	208 320,64	0,61	68 986,38	0,20	0,00	0,00
			5 671 291	89 575	5 081 498	92 639		

ANNEXE 13 : émissions par dérives de pulvérisation (P5)

Code Sandre	Substance	Apport Kg/an 2015-2017	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2015-2017	Rang PoTOX 2015-2017	PoTOX 2018	Rang PoTOX 2018	Gain rang 2018 /15-17
1140	cypermethrine	58	66	713,34602	1	802,78014	1	0
1094	lambda-cyhalothrine	16	21	82,59393	2	111,09465	2	0
1149	deltamethrine	8	6	79,41757	3	64,84354	4	-1
1953	tefluthrine	17	27	43,18238	4	68,53715	3	1
1814	diflufenicanil	254	236	25,43790	5	23,61902	5	0
1670	metazachlore	361	220	19,01059	6	11,56805	7	-1
1234	pendimethaline	780	976	11,13931	7	13,94977	6	1
1967	fenoxycarbe	1	1	7,72075	8	6,60500	8	0
1136	chlortoluron	673	551	6,72870	9	5,51063	10	-1
1092	prosulfocarbe	2 568	2 801	5,13651	10	5,60278	9	1
1359	cyprodinyl	127	139	4,89813	11	5,35696	11	0
5612	sulfate de fer (sulfate ferreux heptahydrate)	533	310	4,43966	12	2,58100	14	-2
1211	Mancozèbe	541	785	2,47200	13	3,58341	12	1
1688	aclonifen	284	352	2,36406	14	2,93585	13	1
1208	isoproturon	703	0	2,19836	15	0,00150	152	-137
1193	tau-fluvalinate	11	13	1,74694	16	2,09131	15	1
2088	metam-sodium	1 221	630	1,54527	17	0,79793	21	-4
1119	bifenox	18	3	1,45432	18	0,23736	39	-21
1744	epoxiconazole	124	94	1,24252	19	0,93507	18	1
1882	nicosulfuron	37	35	1,04493	20	0,99188	17	3
1952	oxyfluorfen	6	0	1,04213	21	0,00639	119	-98
1083	chlorpyriphos-ethyl	31	0	0,94091	22	0,00447	128	-106
1473	chlorothalonil	821	892	0,82103	23	0,89230	19	4
5665	picolinafen	10	10	0,80874	24	0,86722	20	4
5603	prothioconazole	339	306	0,75333	25	0,68032	22	3
1877	imidaclopride	147	6	0,73627	26	0,03156	78	-52

Code Sandre	Substance	Apport Kg/an 2015-2017	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2015-2017	Rang PoTOX 2015-2017	PoTOX 2018	Rang PoTOX 2018	Gain rang 2018 /15-17
1212	2,4-mcpa	270	178	0,53979	27	0,35678	29	-2
6546	phosphure d'aluminium	36	43	0,43494	28	0,51395	24	4
2576	pyraclostrobine	81	90	0,39688	29	0,43716	28	1
1253	prochloraze	217	171	0,39413	30	0,31142	31	-1
1105	aminotriazole	30	0	0,37308	31	0,00309	136	-105
1105	amitrole	30	0	0,37308	32	0,00309	137	-105
1506	glyphosate	4 448	4 306	0,34219	33	0,33124	30	3
1945	isoxaflutole	34	26	0,34158	34	0,26456	35	-1
1540	chlorpyriphos-methyl	33	58	0,32655	35	0,57804	23	12
7342	fluxapyroxad	81	67	0,31368	36	0,26139	36	0
1261	pyrimiphos-methyl	1	1	0,29110	37	0,44059	27	10
1694	tebuconazole	279	300	0,27864	38	0,29954	33	5
2023	flumioxazine	10	17	0,27514	39	0,47417	26	13
1941	bromoxynil octanoate	69	30	0,27489	40	0,11877	50	-10
1797	metsulfuron-methyl	10	9	0,26872	41	0,26029	37	4
1528	pyrimicarbe	24	27	0,26414	42	0,30271	32	10
7519	pethoxamide	19	14	0,23180	43	0,16983	44	-1
1480	dicamba	111	120	0,22275	44	0,23988	38	6
1869	dazomet	83	195	0,20867	45	0,48866	25	20
1812	alphamethrine	3	1	0,20182	46	0,08847	55	-9
1940	flufenacet	223	225	0,18574	47	0,18734	42	5
2578	mesosulfuron-methyl	11	9	0,17394	48	0,14478	47	1
5621	diquat	34	42	0,16854	49	0,21048	40	9
2076	mesotrione	121	133	0,15724	50	0,17230	43	7
2974	s-metolachlore	956	1 039	0,14274	51	0,15504	45	6
1951	azoxystrobine	129	138	0,13543	52	0,14519	46	6
1680	cyproconazole	80	55	0,13337	53	0,09142	53	0

Code Sandre	Substance	Apport Kg/an 2015-2017	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2015-2017	Rang PoTOX 2015-2017	PoTOX 2018	Rang PoTOX 2018	Gain rang 2018 /15-17
1700	fenpropidine	43	64	0,13119	54	0,19473	41	13
1913	thifensulfuron-methyle	17	17	0,12813	55	0,13202	48	7
1510	methiocarbe	1	1	0,12790	56	0,05067	64	-8
1281	triallate	109	120	0,11924	57	0,13160	49	8
2664	spiroxamine	76	33	0,10792	58	0,04757	66	-8
2544	dichlorprop-p	138	103	0,10643	59	0,07949	57	2
1677	meptyldinocap	4	4	0,10620	60	0,08944	54	6
1189	fenpropimorphe	38	26	0,09715	61	0,06604	61	0
1487	1,3-dichloropropene	153	0	0,09557	62	0,00027	180	-118
2806	foramsulfuron	6	6	0,09126	63	0,09227	51	12
1125	bromoxynil	39	42	0,07849	64	0,08490	56	8
2534	prosulfuron	9	4	0,07446	65	0,03188	77	-12
7499	fluopicolide	12	17	0,06752	66	0,09193	52	14
1942	ioxynil octanoate	7	0	0,06716	67	0,00010	196	-129
2008	flurtamone	64	69	0,06455	68	0,06974	59	9
1257	propiconazole	97	82	0,06079	69	0,05110	63	6
1672	isoxaben	36	23	0,06078	70	0,03907	72	-2
2022	fludioxonil	30	36	0,05998	71	0,07271	58	13
1905	difenoconazole	34	40	0,05616	72	0,06623	60	12
1681	cyfluthrine	1	0	0,05439	73	0,02376	84	-11
1681	betacyfluthrine	1	0	0,05439	74	0,02376	85	-11
1718	thirame	129	112	0,05379	75	0,04678	67	8
1414	propyzamide	429	294	0,05361	76	0,03669	74	2
1971	phosmet	17	87	0,05270	77	0,27154	34	43
1192	folpel	192	212	0,04924	78	0,05446	62	16
1903	acetochlore	1	0	0,04641	79	0,00000	235	-156
1206	iprodione	16	5	0,04602	80	0,01312	100	-20
2810	florasulame	5	5	0,04576	81	0,03937	71	10

Code Sandre	Substance	Apport Kg/an 2015-2017	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2015-2017	Rang PoTOX 2015-2017	PoTOX 2018	Rang PoTOX 2018	Gain rang 2018 /15-17
2067	metirame-zinc	248	196	0,04509	82	0,03555	75	7
2067	metirame	248	196	0,04509	83	0,03555	76	7
1519	napropamide	225	147	0,04498	84	0,02949	81	3
2984	fluazinam	13	13	0,04332	85	0,04313	69	16
2546	dimethachlore	131	59	0,03732	86	0,01688	92	-6
1495	ethoprophos	7	10	0,03684	87	0,04914	65	22
2097	chlormequat chlorure	877	674	0,03656	88	0,02810	82	6
1966	dithianon	43	50	0,03287	89	0,03843	73	16
6399	mandipropamide	10	15	0,03106	90	0,04525	68	22
2858	zoxamide	10	15	0,02840	91	0,04183	70	21
7522	beflubutamide	26	1	0,02737	92	0,00060	174	-82
1939	flazasulfuron	2	2	0,02673	93	0,02204	87	6
2678	trifloxystrobine	31	25	0,02571	94	0,02090	89	5
1488	diflubenzuron	2	0	0,02516	95	0,00262	142	-47
7057	pinoxaden	50	46	0,02361	96	0,02213	86	10
5667	prochloraze-manganese	1	0	0,02253	97	0,00000	236	-139
1112	benfluraline	9	11	0,02191	98	0,02482	83	15
2017	clomazone	39	24	0,01935	99	0,01194	101	-2
7345	bixafen	46	44	0,01602	100	0,01529	94	6
7087	tritosulfuron	10	18	0,01602	101	0,03054	80	21
5668	prohexadione-calcium	9	12	0,01551	102	0,02123	88	14
5748	dimoxystrobine	19	16	0,01550	103	0,01341	99	4
2007	abamectine	0	0	0,01538	104	0,01344	98	6
2064	tribenuron-methyle	6	6	0,01523	105	0,01423	96	9
2028	quinoxifene	2	1	0,01518	106	0,00814	107	-1
5646	hymexazol	2	1	0,01505	107	0,00678	116	-9
1215	metamitrone	60	64	0,01490	108	0,01610	93	15

Code Sandre	Substance	Apport Kg/an 2015-2017	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2015-2017	Rang PoTOX 2015-2017	PoTOX 2018	Rang PoTOX 2018	Gain rang 2018 /15-17
1896	tebufenpyrad	1	0	0,01435	109	0,00161	149	-40
5638	fluoxastrobine	26	14	0,01369	110	0,00712	113	-3
1809	esfenvalerate	1	1	0,01236	111	0,01368	97	14
1128	captane	121	180	0,01230	112	0,01839	91	21
5509	pyraflufen-ethyl	0	0	0,01213	113	0,03141	79	34
1950	kresoxim-methyl	3	2	0,01192	114	0,00746	111	3
1268	Terbutylazine	1	99	0,01177	115	1,65390	16	99
1310	acrinathrine	0	0	0,01167	116	0,01963	90	26
1209	linuron	11	0	0,01142	117	0,00009	199	-82
5526	boscalid	120	88	0,01034	118	0,00755	110	8
1225	metribuzine	16	23	0,01002	119	0,01457	95	24
6390	thiamethoxam	5	3	0,00981	120	0,00601	120	0
1432	pyrimethanil	18	15	0,00923	121	0,00773	109	12
5628	fenoxaprop-p-ethyl	2	2	0,00872	122	0,00738	112	10
1892	rimsulfuron	0	0	0,00867	123	0,00398	130	-7
2976	carfentrazone ethyl	4	6	0,00780	124	0,01004	102	22
5567	cyazofamide	15	18	0,00773	125	0,00937	103	22
2986	imazamox	8	8	0,00761	126	0,00705	114	12
1717	thiophanate-methyl	79	74	0,00734	127	0,00696	115	12
1139	cymoxanil	31	37	0,00713	128	0,00830	105	23
2565	flupyrsulfuron-methyle	2	0	0,00701	129	0,00154	150	-21
1668	oryzalin	11	13	0,00696	130	0,00875	104	26
2742	fenazaquin	0	0	0,00661	131	0,00597	121	10
1796	metaldehyde	376	124	0,00621	132	0,00205	145	-13
6637	quizalofop-p-ethyl	6	3	0,00620	133	0,00334	135	-2
1172	dicofol	0	0	0,00601	134	0,00010	197	-63
2085	sulfosulfuron	1	1	0,00599	135	0,00658	117	18

Code Sandre	Substance	Apport Kg/an 2015-2017	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2015-2017	Rang PoTOX 2015-2017	PoTOX 2018	Rang PoTOX 2018	Gain rang 2018 /15-17
1662	sulcotrione	29	10	0,00574	136	0,00202	146	-10
2095	clodinafop-propargyl	12	14	0,00566	137	0,00652	118	19
5579	acetamipride	3	2	0,00558	138	0,00462	127	11
1403	dimethomorphe	31	46	0,00552	139	0,00814	108	31
2980	desmediphame	5	6	0,00523	140	0,00559	123	17
1236	phenmediphame	21	23	0,00522	141	0,00557	124	17
2992	triticonazole	5	4	0,00489	142	0,00370	132	10
7506	spirotetramat	1	2	0,00453	143	0,00821	106	37
6393	flonicamide	4	6	0,00432	144	0,00576	122	22
1887	pencycuron	12	13	0,00392	145	0,00437	129	16
2669	picoxystrobine	19	4	0,00388	146	0,00083	167	-21
1205	ioxynil	5	0	0,00380	147	0,00000	237	-90
1259	pyridate	10	10	0,00365	148	0,00361	133	15
1175	dimethoate	0	0	0,00347	149	0,00000	233	-84
5625	etoxazole	0	0	0,00331	150	0,00268	140	10
1210	malathion	0	0	0,00326	151	0,00194	147	4
2991	triflusulfuron-methyl	1	1	0,00319	152	0,00293	139	13
2545	paclobutrazol	3	1	0,00308	153	0,00152	151	2
1713	thiabendazole	4	4	0,00299	154	0,00371	131	23
7340	pyroxsulame	7	7	0,00293	155	0,00262	141	14
2012	amidosulfuron	3	3	0,00289	156	0,00342	134	22
1667	oxadiazon	0	0	0,00283	157	0,00050	178	-21
1705	manebe	7	0	0,00275	158	0,00001	217	-59
7500	chlorantraniliprole	7	9	0,00234	159	0,00296	138	21
1972	propaquizafop	4	3	0,00220	160	0,00132	157	3
5624	etofenprox	1	3	0,00182	161	0,00514	125	36
1906	fenbuconazole	1	2	0,00178	162	0,00235	144	18

Code Sandre	Substance	Apport Kg/an 2015-2017	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2015-2017	Rang PoTOX 2015-2017	PoTOX 2018	Rang PoTOX 2018	Gain rang 2018 /15-17
7517	thiencarbazone-methyl	14	11	0,00163	163	0,00127	159	4
1133	chloridazone	16	14	0,00158	164	0,00137	155	9
1660	tetraconazole	5	4	0,00150	165	0,00137	154	11
1860	bromuconazole	9	30	0,00150	166	0,00493	126	40
1404	fluazifop-p-butyl	8	8	0,00147	167	0,00148	153	14
1113	bentazone	95	81	0,00136	168	0,00116	160	8
5416	pymetrozine	3	6	0,00120	169	0,00246	143	26
2987	metalaxyl-m	11	13	0,00114	170	0,00128	158	12
1704	imazalil	3	4	0,00113	171	0,00168	148	23
1184	ethofumesate	32	27	0,00108	172	0,00092	163	9
7422	proquinazid	0	1	0,00106	173	0,00111	162	11
5654	metrafenone	42	36	0,00104	174	0,00091	164	10
1474	chlorprophame	4	4	0,00099	175	0,00112	161	14
2020	famoxadone	0	0	0,00096	176	0,00002	213	-37
5483	indoxacarbe	2	1	0,00088	177	0,00072	171	6
2975	carboxine	20	13	0,00088	178	0,00057	175	3
1722	zirame	1	1	0,00087	179	0,00086	166	13
2096	trinexapac-ethyl	34	36	0,00084	180	0,00088	165	15
5609	silthiofam	10	10	0,00080	181	0,00075	170	11
2743	fenhexamid	8	8	0,00075	182	0,00081	168	14
2744	fosthiazate	2	0	0,00068	183	0,00015	191	-8
5671	thiaclopride	78	78	0,00065	184	0,00065	173	11
6483	iodosulfuron-methyl-sodium	5	4	0,00063	185	0,00053	177	8
1890	pyridabene	0	0	0,00063	186	0,00000	238	-52
1975	fosetyl-aluminium	360	471	0,00061	187	0,00080	169	18
5617	dimethenamide-p (dmta-p)	556	551	0,00056	188	0,00055	176	12
1687	benalaxyl	2	2	0,00055	189	0,00067	172	17

Code Sandre	Substance	Apport Kg/an 2015-2017	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2015-2017	Rang PoTOX 2015-2017	PoTOX 2018	Rang PoTOX 2018	Gain rang 2018 /15-17
1214	mecoprop (mcpp)	24	2	0,00055	190	0,00004	209	-19
2731	glufosinate ammonium	30	15	0,00040	191	0,00020	185	6
2089	mepiquat-chlorure	98	91	0,00038	192	0,00035	179	13
2087	quinmerac	115	69	0,00036	193	0,00022	181	12
1881	myclobutanil	1	0	0,00036	194	0,00013	193	1
1171	diclofop methyl	1	0	0,00036	195	0,00000	220	-25
2026	lufenuron	0	0	0,00029	196	0,00000	239	-43
1170	dichlorvos	0	0	0,00028	197	0,00006	203	-6
1895	tebufenozide	0	0	0,00025	198	0,00021	183	15
2093	ethephon	156	131	0,00022	199	0,00018	186	13
1333	carbetamide	7	2	0,00022	200	0,00004	208	-8
1765	fluroxypyr	99	97	0,00021	201	0,00021	184	17
1861	bupirimate	2	2	0,00021	202	0,00021	182	20
2084	mecoprop-p (mcpp-p)	32	13	0,00020	203	0,00008	202	1
2978	clethodime	37	34	0,00020	204	0,00018	187	17
1142	2,4-db	5	5	0,00016	205	0,00015	190	15
1876	hexythiazox	0	0	0,00016	206	0,00014	192	14
2988	propamocarbe hcl	95	111	0,00015	207	0,00018	188	19
1678	dimethenamide	0	0	0,00014	208	0,00000	240	-32
1213	2,4-mcpb	6	4	0,00013	209	0,00009	200	9
5533	mepanipyrim	1	1	0,00012	210	0,00005	207	3
1850	oxamyl	0	0	0,00012	211	0,00009	198	13
1289	trifluraline	0	0	0,00010	212	0,00012	195	17
1762	penconazole	0	0	0,00009	213	0,00005	206	7
6389	clothianidine	0	0	0,00009	214	0,00017	189	25
5610	spinosad	4	6	0,00008	215	0,00013	194	21
7086	tembotrione	7	5	0,00008	216	0,00006	204	12
1288	triclopyr	45	39	0,00006	217	0,00006	205	12

Code Sandre	Substance	Apport Kg/an 2015-2017	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2015-2017	Rang PoTOX 2015-2017	PoTOX 2018	Rang PoTOX 2018	Gain rang 2018 /15-17
2860	imazaquine	0	0	0,00006	218	0,00001	216	2
5675	tolclofos-methyl	0	0	0,00006	219	0,00000	241	-22
2985	flutolanil	1	2	0,00006	220	0,00008	201	19
2989	propinebe	0	0	0,00005	221	0,00000	226	-5
1702	formaldehyde	1	0	0,00005	222	0,00000	222	0
5499	pyriproxifene	0	0	0,00005	223	0,00004	210	13
5576	6-benzyladenine	1	1	0,00004	224	0,00003	212	12
5545	bifenazate	0	0	0,00004	225	0,00004	211	14
1231	oxydemeton-methyl	0	0	0,00002	226	0,00000	242	-16
1177	diuron	0	0	0,00002	227	0,00133	156	71
2057	fenamidone	0	0	0,00001	228	0,00000	243	-15
2068	oxadiargyl	0	0	0,00001	229	0,00000	244	-15
5581	acibenzolar-s-methyl	0	0	0,00001	230	0,00002	215	15
1810	clopyralid	14	24	0,00001	231	0,00002	214	17
1280	triadimenol	0	0	0,00001	232	0,00000	223	9
1194	flusilazole	0	0	0,00001	233	0,00000	245	-12
2897	cyromazine	0	0	0,00001	234	0,00001	218	16
1353	chlorsulfuron	0	0	0,00001	235	0,00000	246	-11
2729	cycloxydime	19	13	0,00001	236	0,00000	219	17
1503	flutriafol	0	0	0,00000	237	0,00000	230	7
2951	iprovalicarbe	0	0	0,00000	238	0,00000	228	10
5597	daminozide	1	2	0,00000	239	0,00000	221	18
5602	propoxycarbazone sodium	1	0	0,00000	240	0,00000	225	15
5569	cyhalofop butyl	0	0	0,00000	241	0,00000	247	-6
6394	penoxsulame	0	0	0,00000	242	0,00000	224	18
5584	acide alpha naphtylacétique (ana)	0	0	0,00000	243	0,00000	229	14
5511	methoxyfenozone	0	0	0,00000	244	0,00000	227	17

Code Sandre	Substance	Apport Kg/an 2015-2017	Apport Kg/an 2018	PoTOX 2015-2017	Rang PoTOX 2015-2017	PoTOX 2018	Rang PoTOX 2018	Gain rang 2018 /15-17
1859	bromadiolone	0	0	0,00000	245	0,00000	231	14
1868	clofentezine	0	0	0,00000	246	0,00000	248	-2
5655	milbemectine	0	0	0,00000	247	0,00000	232	15
5587	alpha naphthyl acetamide (nad)	0	0	0,00000	248	0,00000	249	-1
5583	acide b-indole butyrique (aib)	0	0	0,00000	249	0,00000	234	15
1141	2,4-D	252	252			2,20000		
1675	Flurochloridone	68	68			0,21000		
1879	Metconazole	6	6			0,29100		

ANNEXE 14 : Arrêtés préfectoraux

Arrêtés d'interdiction de pêche du fait des PCB, recueil d'avril 2013, concernant le bassin Loire-Bretagne (sur 147 au niveau national) :

29. Arrêté préfectoral – Loiret

4 juin 2009. Interdiction de consommation et de commercialisation de toutes les espèces de poissons. La rivière des Mauves et ses affluents.

31. Arrêté interpréfectoral – Finistère, Morbihan

25 juin 2009. Interdiction de pêche en vue de la consommation humaine et animale des poissons benthiques (anguilles, barbeaux, brèmes, carpes, tanches et silures). L'Isole et la Laïta.

34. Arrêté préfectoral – Loire

9 juillet 2009. Interdiction de consommation humaine et animale de tous les poissons. La Loire, l'Ondaine, l'Onzon, le Furan.

43. Arrêté préfectoral – Eure-et-Loir

25 août 2009. Interdiction de pêche en vue de consommation et de commercialisation des poissons benthiques. La Conie.

59. Arrêté interpréfectoral – Cher, Puy-de-Dôme, Allier

30 décembre 2009. Interdiction de consommation et de commercialisation des poissons benthiques. La Sioule, le Cher, le canal du Berry.

62. Arrêté préfectoral – Loire

1er février 2010. Interdiction de la consommation de tous les poissons. Le Canal de Roanne à Digoin.

99. Arrêté préfectoral – Eure-et-Loir

22 novembre 2010. Interdiction de consommation et de commercialisation des anguilles de plus de 300 g (Conie et Loir) et des anguilles et espèces fortement bioaccumulatrices (Eure). L'Eure, la Conie, le Loir.

109. Arrêté préfectoral – Loir-et-Cher

30 mai 2011. Interdiction de consommation et de commercialisation des anguilles de plus de 300 g dans le Loir, de plus de 500 g dans la Loire et le Cher. La Loire, le Cher, le Loir.

110. Arrêté préfectoral – Loiret

30 mai 2011. Interdiction de consommation et de commercialisation des anguilles de plus de 500 g. La Loire.

111. Arrêté préfectoral – Allier, Loire, Saône-et-Loire

1er juin 2011. Interdiction de la consommation humaine et animale et de la commercialisation des poissons bioaccumulateurs (anguille, silure, barbeau, carpe, brème, viron ...). La Loire consommation et de commercialisation des anguilles de plus de 300 g dans le Loir, de plus de 500 g dans la Loire et le Cher. La Loire, le Cher, le Loir

113. Arrêté préfectoral – Indre-et-Loire

27 juin 2011. Interdiction de la consommation et de la commercialisation en vue de la consommation des anguilles de plus de 500 g (Loire, Cher, Vienne) et des espèces bioaccumulatrices (carpe, barbeau, brème, silure). Loire, le Cher, la Vienne

114. Arrêté préfectoral – Cher

12 juillet 2011. Interdiction de la consommation et de la commercialisation, en vue de la consommation des anguilles de plus de 500 g pêchées dans la Loire, le canal Latéral à la Loire, l'Allier et la rivière Cher.

Arrêtés relatifs à l'interdiction de consommation et de commercialisation des poissons d'eau douce contaminés par les PCB au 5 Septembre 2016

ARRETE INTERPREFECTORAL N° 2010-066

portant interdiction de consommation des poissons pêchés dans le Canal de Roanne à Digoin (Loire) jusqu'à l'écluse des Bretons à Chassenard (Allier)



ARRETE

Article 1^{er} :

Est interdite la consommation humaine et animale, ainsi que la commercialisation, de tous les poissons pêchés dans les secteurs géographiques délimités comme suit :

- ✓ La Loire depuis le pied du barrage de Grangent jusqu'à l'amont de la retenue de Villerest (pont de l'A89 sur les communes de Balbigny et de Nervieux),
- ✓ Le Furan depuis la RN88 (commune de Saint-Etienne) jusqu'à la confluence dans la Loire, et son affluent l'Onzon depuis la RD498 (commune de La Talaudière) jusqu'à la confluence dans le Furan,
- ✓ L'Ondaine depuis la RN88 (commune de La Ricamarie) jusqu'à la confluence dans la retenue de Grangent,

Est interdite la consommation humaine et animale, ainsi que la commercialisation, des brochets (*Esox lucius*), des sandres (*Stizostedion lucioperca*) et des perches (*Perca fluviatilis*) pêchés dans la retenue du barrage de Villerest.

42_DDT_Direction départementale des territoires de Haute-Loire

43-2020-02-11-005 - ARRÊTÉ N° DDT- SEF 2020 – 30 du 11 février 2020 portant prescriptions complémentaires suite au constat de pollution du cours d'eau de la Rouchouse sur la commune de Sainte-Sigolène dans le département de la Haute-Loire (5pages) Page 3

43-2020-02-11-004 - ARRÊTÉ PRÉFECTORAL N° DDT-ARS 2020-31 du 11 février 2020 portant interdiction de la consommation de toutes espèces de poissons, interdiction de procéder à l'alevinage et modifiant la pratique de la pêche sur les cours d'eau du bassin-versant du ruisseau du Foletier jusqu'à sa confluence avec la Loire sur les communes de Sainte-Sigolène, Les Villettes, Bas-en-Basset, Monistrol-sur-Loire et La Séauve-sur-Semène (3 pages)



Carte nationale des sites à PCB. En rouge nouveaux sites

Arrêtés d'interdiction de pêche du fait des métaux lourds, concernant le bassin Loire-Bretagne

Interdiction de la pêche de poissons en vue de leur consommation sur une partie de la Dore

Suite à la détection de poissons présentant des malformations, et en l'absence d'information sur l'origine de ces anomalies et sur le risque encouru pour la santé humaine, le préfet du Puy de Dôme a pris, le [23 mai 2008](#) puis le [15 octobre 2009](#), un arrêté d'interdiction de la pêche en vue de la consommation et de la commercialisation de toutes les espèces de poissons pêchées dans la Dore de la confluence avec le ruisseau de "Batifol" jusqu'à la confluence avec le "Miodet" et sur le Miodet à partir de la retenue de Sauviat jusqu'à la Dore.

Interdiction de la pêche de poissons en vue de leur consommation sur le Miodet

En raison de résultats défavorables révélant une contamination au Cadmium et au Plomb de la chair des poissons supérieure aux seuils fixés par la réglementation européenne (C.E n°1881/2006), la consommation des poissons pêchés dans le Miodet, de sa source jusqu'à sa confluence avec la rivière Dore, est interdite par arrêté préfectoral du [10 mars 2010](#). Cette interdiction fait suite aux résultats d'une campagne d'analyses réalisée fin 2009 sur des échantillons de truites de la rivière Miodet. Les prélèvements ont été réalisés en trois points de la rivière en amont et en aval des terrils des anciennes mines de plomb argentifères d'Auzelles en bordure du Miodet.

Interdiction de pêche sur le fleuve Aulne et rivière du Faou

Dès mars 2018, le préfet du Finistère décide, en concertation avec les professionnels et les scientifiques, d'interdire, par arrêté, la production et la récolte des moules pour la pêche professionnelle et de loisir, sur l'ensemble des zones des rivières de l'Aulne, sillon des Anglais et du Faou. De plus, par précaution, l'Anse de Kéroulé et la rivière de l'Hôpital-Camfrout sont également interdites à la pêche à pied.

Puis, en octobre 2018, le préfet confirme par arrêté préfectoral, le déclassement sanitaire pour la production de moules, des deux zones exploitées par les professionnels : la rivière de l'Aulne et la rivière du Faou

ANNEXE 15 : Bilan des aides pour la réduction des micropolluants - volet industries - période 2013-2018

Paramètre	Groupe de paramètres	Flux Kg 2013-2018	Nombre de dossiers totaux 2013-2018	Nombre de dossiers 2013-2015	Nombre de dossiers 2016	Nombre de dossiers 2017	Nombre de dossiers 2018
Perchloréthylène (tétrachloroéthylène)	Liste I (EC)	1621,68072	250	168	29	34	19
Zinc	PSEE	831,40320	42	21	10	4	7
Cuivre	PSEE	579,42792	41	19	10	4	8
Nickel et ses composés	SP (EC)	366,48096	14	9	2		3
Dichlorométhane (chlorure de méthylène)	SP (EC)	284,40000	1	1			
Fluorures	autres	265,84320	5	4	1		
Florfénicol	Autres polluants toxicité avérée (florfénicol ..)	95,88000	1				
Aluminium	autres	88,56000	2			2	
Plomb et ses composés	SP (EC)	72,98400	5	4			1
Chrome	PSEE	72,80640	17	9	2	2	4
Trichlorométhane (chloroforme)	SP (EC)	43,95936	10	3	7		
Cyanures	autres	37,89120	2		1	1	
Diuron	SP (EC)	35,83320	17	6	9		2
Cadmium et ses composés	SDP (EC)	2,66880	3	1		1	1
Zirconium	autres	0,72000	1	1			
xylènes	PNAR	0,64560	1	1			
Nonylphénols	SDP (EC)	0,46608	2	2			
Arsenic	PSEE	0,24648	5		2		3
Benzène	SP (EC)	0,09864	1	1			
Composés du Tributylétain	SDP (EC)	0,04872	4	4			
Trichloréthylène	Liste I (EC)	0,02496	2	2			
Octylphénols	SP (EC)	0,00768	1	1			
Pentachlorophénol	SP (EC)	0,00240	1	1			
Naphtalène	SP (EC)	0,00216	1	1			
Toluène	PSEE	0,00168	1	1			
HAP benzo (g,h,i) perylène	SDP (EC)	0,00014	1				1
HAP indeno (1,2,3 cd) pyrène	SDP (EC)	0,00012	1				1
HAP benzo (b) fluoranthène	SDP (EC)	0,00008	1				1
HAP benzo (a) pyrène	SDP (EC)	0,00005	1				1
HAP benzo (k) fluoranthène	SDP (EC)	0,00002	1				1