

Annexe 4. Note technique explicitant la méthodologie mise en œuvre

Cette note a pour objectif de décrire la démarche d'une réflexion pression – impact à l'échelle d'un captage AEP pour une substance active donnée.

Les travaux menés reposent sur des données publiques exploitées avec des outils en Open Source. Ce choix de démarche permet de réaliser l'état des lieux pour toute autre substance active sur le territoire d'une AAC ou toute autre surface considérée comme représentative du point de captage.

La démarche pour évaluer le potentiel transfert d'une substance active (SA) ou de ses métabolites (M) vers les eaux souterraines comprend 4 étapes :

- (1) Identifier la SA, ses éventuels métabolites (M1, M2, M3, etc.) et les propriétés des molécules ;
- (2) Etablir le diagnostic de présence de la SA et de ses métabolites : taux de quantification et fréquence de dépassement ;
- (3) Etablir le diagnostic de pression de la SA ;
- (4) Synthétiser les propriétés du milieu.

L'échelle de travail est le captage AEP et l'aire d'alimentation du captage AEP lorsque celle-ci est définie, à défaut le périmètre de protection du captage peut être une alternative.

(1) Identification de la SA, de ses métabolites et propriétés de transfert

Pour 11 substances actives (Illustration 7 : nicosulfuron ; prosulfocarbe ; métaldéhyde ; pendiméthaline ; tolylflumide ; diméthénamid-P ; captane ; chlorothalonil ; mesotrione ; cyazofamide ; diflufenican ; prothioconazole ; flufenacet ; propyzamide) le travail d'identification des métabolites et des propriétés de transfert fait dans le cadre de cette étude est disponible dans le fichier [Tableau Etat de l'art PdL.xlsx](#)

Pour toute autre molécule :

- 1- Identifier la substance active (SA)
- 2- Consulter le site <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/> pour rechercher cette SA

<https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm> recherche alphabétique

<https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/search.htm> recherche par nom ou code CAS

Une alternative à la PPDB est la consultation des publications *EFSA journal*.
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/journal/18314732>

- 3- Identifier les propriétés de la SA :
 - [Degradation](#) soil degradation : DT₅₀ ;
 - [Soil adsorption and mobility](#) K_{oc} ;
 - [Fates indices](#) GUS leaching property index.
- 4- Identifier les éventuels métabolites (M1, M2, etc.)
 - Known metabolites*
 - Known soil metabolites*
 - Known groundwater metabolites*
 - Other known metabolites*

- 5- Sur la page de chaque métabolite identifié, extraire les propriétés DT₅₀, K_{oc} et GUS pour M1, M2, M3, etc.
- 6- Pour évaluer les capacités de transfert des molécules, interpréter les valeurs de DT₅₀, K_{oc} et GUS en fonction des valeurs décrites dans le chapitre 5 - Etat de l'art sur la capacité de transfert vers les eaux souterraines ;

Molécule		DT ₅₀ (typical)		K _{oc} (typical)		GUS	
Nom	SA / M	Valeurs (jours)	Interprétation	Valeurs (mL g ⁻¹)	Interprétation	Valeurs	Interprétation
Substance active SA	SA						
Métabolite M1	M						
Métabolite M2	M						

(2) Diagnostic de présence (évaluation de l'impact) pour une SA (cf. chapitre 2.2)

- 1- Télécharger toutes les mesures de concentration disponibles pour la SA et les métabolites identifiés :
 - ADES <https://ades.eaufrance.fr/> pour les eaux souterraines
 - Naïades <https://naiades.eaufrance.fr/acces-donnees#/physicochimie> pour les eaux de surface
 - Période de référence à choisir (2006-2020 retenue pour cette étude)
 - Captage AEP
 - Autres points complémentaires : stations hydrologiques amont/aval ; autres qualitomètres de l'AAC du captage AEP.

Pour le cas particulier des Pays de la Loire, pour cette étape, l'ensemble de ces données sont à disposition sur le site DataLab'Eau (<https://www.datalabeau.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/connaissance-de-la-qualite-des-eaux-r39.html>) pour les pesticides

- 2- Calculer les deux indicateurs de présence :
 - Pour chaque qualitomètre (ESO) et/ou station hydrologique (ESU)
 - Pour la SA et chaque métabolite identifié
 - Sur la ou les périodes de référence choisies (2006-2010, 2011-2015, 2016-2020 retenues pour cette étude)

$$\text{Taux de quantification} = \frac{\text{Nombre d'analyses} > LQ}{\text{Nombre d'analyses total}} \times 100$$

$$\text{Fréquence de dépassement} = \frac{\text{Nombre d'analyses} > 0,1}{\text{Nombre d'analyses total}} \times 100$$

Outils : Access, Excel ou tableur Open Office

Choix de la période : La période de 5 ans peut être modifiée et choisie en fonction des connaissances sur l'évolution des pratiques sur l'AAC. Par exemple un changement dans les pratiques agricoles peut conduire à choisir une période avant et après ce changement pour mesurer l'efficacité des actions ou mesures réglementaires. La période choisie peut être commune pour le diagnostic d'usages et le diagnostic de présence mais peut différer si on dispose d'arguments pertinents pour le justifier notamment des connaissances sur les temps de transfert.

Le taux de quantification témoigne du transfert de la/des molécules. La fréquence de dépassement a été établie par rapport à la valeur seuil 0,1 µg/L. Cette valeur peut être adaptée en fonction de la substance active considérée et/ou en fonction du compartiment (eau souterraine ou de surface). Les valeurs guides environnementales peuvent également être utilisées (Tableau_Valeur_Guides_PdL.xlsx).

Le tableau des valeurs guides environnementales est valable à date de ce rapport. Pour mettre à jour ces valeurs, consulter le site de l'Ineris (<https://substances.ineris.fr/actualite/mise-jour-du-tableau-recapitulatif-ineris-des-vge-et-nge>).

- 3- Cartographier les indicateurs calculés (chapitre 2.2.2) en fonction de la période considérée, à partir des coordonnées des points de surveillance (qualitomètre ou station hydrologique). Le modèle de tableau ci-après synthétise les données à acquérir pour cela
Outil : QGIS ou autre logiciel d'exploitation pour mise en place du système d'informations géographiques et production des cartes.

Nom	ESO/ESU	Coordonnées		Période 1		Période 2		Période 3	
		X_L93	Y_L93	Taux 1	Freq 1	Taux 2	Freq 2	Taux 3	Freq 3
BSS 1	ESO								
BSS 2	ESO								
BSS 3	ESO								
Station hydro 1	ESU								
Station hydro 2	ESU								

La carte de localisation des stations ESU (cf. atlas cartographique ESU) et des points de surveillance ESO (cf. atlas cartographique ESO) permet de visualiser les points d'eau bénéficiant d'une surveillance des eaux souterraines et de surface et d'identifier les éventuelles lacunes (point d'eau non surveillé ou données manquantes). Les cartes de l'indicateur d'impact (taux de quantification ou fréquence de dépassement) permettent d'avoir une première vision spatio-temporelle de l'impact en comparant plusieurs périodes de manière visuelle. Le choix des périodes peut être adapté (modification des doses d'application ; mise en place de mesure de gestion ; évolution de la législation avec interdiction d'usages d'une substance ; etc.)

4- Indicateurs complémentaires

Evolution des concentrations en fonction du temps (ex. Illustration 73)

En fonction de l'historique de données disponibles, il est pertinent également de regarder l'évolution des concentrations au cours du temps ce qui peut donner un indicateur complémentaire d'évolution de l'impact. Ce graphique peut être réalisé pour le captage AEP et pour les éventuels autres qualitomètres présents sur le territoire de l'AAC.

Outil : outil graphique ADES (en ligne) pour les eaux souterraines ou outil graphique (excel, open office) pour représenter la concentration en fonction du temps ([concentration] = f(temps)) pour toute autre donnée.

Le graphique ainsi réalisé permet de visualiser l'évolution des concentrations au cours du temps, au droit du captage AEP et de tout autre point d'eau au sein de l'emprise de l'AAC.

Périodes les plus fréquentes de quantification (ex. Illustration 26, 27, 28, 29)

Sur une période donnée, dénombrer le nombre de quantification et/ou de dépassement d'une valeur seuil par mois. L'objectif est de regarder s'il existe une certaine saisonnalité dans la détection de la substance active et/ou de ses métabolites et de faire éventuellement le lien avec l'inertie de la nappe, les périodes de recharge et/ou les périodes d'application de la substance active.

(3) Diagnostic d'usage (évaluation de la pression) pour une SA (chapitre 3)

- 1- Identifier les usages autorisés sur <https://ephy.anses.fr/> pour chaque produit
 Pour les produits non autorisés, identifier les usages et la date de retrait des produits
 Pour les produits autorisés, identifier les cultures pour lesquelles l'application est autorisée

Exemple de la bentazone : Substance active approuvée

Deux exemples de produit contenant la substance active bentazone :

Nom	Autorisation	Date de 1 ^{ère} autorisation	Date de retrait du produit	Usages
BASAGRAN SG	✓	01/04/1997		Graines protéagineuses*Désherbage Haricots et Pois écosés frais*Désherbage Haricots et pois non écosés frais*Désherbage Fines Herbes*Désherbage Oignon*Désherbage Lin*Désherbage Maïs*Désherbage Maïs doux*Désherbage Porte graine*Désherbage PPAM - non alimentaires*Désherbage Soja*Désherbage
BENTA 480 SL	✗		19/01/2024	Graminées fourragères*Désherbage Légumineuses fourragères*Désherbage Maïs*Désherbage Maïs doux*Désherbage Sorgho*Désherbage
...				

Retracer l'historique des usages des doses d'application nécessite un travail de recherche bibliographique (Index Acta Phytosanitaire).

- 2- Télécharger les données du RPG <https://geoservices.ign.fr/rpg> sur la période concernée (2006-2020 retenue pour cette étude par exemple) sur le territoire concerné (région Pays de la Loire retenu pour cette étude par exemple)
 Sélectionner les cultures de chaque millésime sur le territoire de l'AAC concernée
 Outil : QGIS
- 3- A partir des cultures identifiées (cf. précédent tableau), identifier les cultures dans la nomenclature du RPG :
 - https://geoservices.ign.fr/sites/default/files/2021-07/DC_DL_RPG_1-0.pdf
Annexe B pour les millésimes antérieurs à 2015
 - https://geoservices.ign.fr/sites/default/files/2021-07/DC_DL_RPG_2-0.pdf
Annexe A pour les millésimes à partir de 2015

L'objectif est de sélectionner les cultures sur lesquelles la SA est autorisée d'usage en prenant en compte les années, si les usages ont évolué sur la période de référence.

- 4- Dans l'outil cartographique SIG, générer les rasters (un par année, maille 250 m X 250 m) des cultures où l'application de la SA est autorisée
S'il y a plusieurs cultures autorisées pour une même substance, il faut les compiler en un seul raster « cultures autorisées » pour n'avoir qu'un raster par année
Outil : QGIS 3 - Python Scripting (PyQGIS) - Model Graph

Résultats intermédiaires : un raster par culture et par année

- Raster culture 1 année 1 ; raster culture 2 année 1 ; raster culture 3 année 1 etc.
- Raster culture 2 année 1 : raster culture 2 année 2 ; raster culture 2 année 3 etc.
- Raster culture 3 année 1, etc.

Résultats finaux : un raster R par année qui somme les différentes cultures autorisées (culture 1 + culture 2 + culture 3, outil calculatrice raster)

- Raster R1 « cultures autorisées » année 1 = raster culture 1 année 1 + raster culture 2 année 1 + raster culture 3 année 1 ;
- Raster R2 « cultures autorisées » année 2 = raster culture 1 année 2 + raster culture 2 année 2 + raster culture 3 année 2
- Etc.

Les rasters produits dans le cadre de cette étude (région Pays de la Loire, période 2008-2020) sont disponibles et peuvent être utilisés directement. Les rasters produits dans le cadre du projet MELASSES (Auterives, 2023) à l'échelle de toute la France pour 46 substances actives et 37 métabolites sont également disponibles auprès du BRGM sous réserve d'accord de l'ANSES.

- 5- Télécharger les données de ventes/achats de produits phytosanitaires (source OAPP 2008-2012 et/ou BNV-D <https://ventes-produits-phytopharmaceutiques.eaufrance.fr/> à partir de 2013) sur la période concernée.
- 6- Télécharger la base officielle des codes postaux pour à l'échelle du territoire de l'AAC faire le lien entre code postal et code insee des communes
<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/base-officielle-des-codes-postaux/>

Code Postal	Code Insee	Communes
49000	49007	Angers
49000	49129	Ecouflant
49070	49020	Beaucouzé
49070	49298	Saint-Léger-de-Linières
49070	49294	Saint-Lambert-la-Potherie
49080	49035	Bouchemaine
...		

La correspondance entre code postal et code Insee sur le référentiel des communes le plus récent est aisé. Cependant le code postal dans la BNV-D n'est pas toujours bien renseigné et peut nécessiter des corrections manuelles. Le référentiel des communes évolue et parfois le code postal est ancien et n'existe plus, nécessitant là encore un traitement manuel de la donnée.

- 7- Distribuer les achats/ventes d'un territoire code postal pour une année donnée sur les cultures de l'emprise des communes concernée

(4) Connaître les propriétés du milieu

- **Carte de vulnérabilité** (Illustration 11) du territoire concerné, à défaut d'étude locale plus récente, utiliser les travaux de Gravier et Mardhel (2006).
- **Propriétés de l'aquifère sous-jacent** : Pour connaître les propriétés de l'aquifère concerné, il est nécessaire d'effectuer un travail de recherche bibliographique. Le site Infoterre ([Visualiseur InfoTerre](#)) peut permettre de localiser les différents ouvrages BSS et les différents points d'eau pour rechercher des données telles que les propriétés hydrogéologiques, le type d'aquifère, la perméabilité, la porosité, l'épaisseur de la zone non saturée, etc. Il est également nécessaire de rechercher les études antérieures existantes sur l'AAC ou à proximité, les rapports d'expertise, etc. qui peuvent être également sources d'informations pertinentes.
- **Temps de transfert et datation** : il n'existe aucune base de données qui collecte et met à disposition ce type d'informations, il est également nécessaire d'effectuer une recherche bibliographique d'études antérieures à l'échelle locale ou à l'échelle plus large de l'aquifère sous-jacent.

Les informations recherchées sont :

- Type d'aquifère
- Propriétés de perméabilité et/ou de porosité
- Informations sur des chemins préférentiels d'écoulement, hétérogénéité hydrogéologique (faille, conduits karstiques, etc.)
- Données de datation, de temps de transfert ou d'épaisseur de la zone non saturée

Tous ces éléments peuvent à l'échelle locale aider à l'interprétation des données quant au transfert de produits phytosanitaires (cf. chap. 5) et leurs métabolites vers les eaux souterraines et par conséquent les captages AEP.

Tous les éléments ainsi collectés permettent :

- (1) De vérifier la cohérence entre les substances actives et métabolites surveillés dans les eaux souterraines et les substances actives potentiellement utilisées sur le territoire de l'AAC ;
- (2) De réaliser des représentations cartographiques de l'impact (cf. atlas cartographique ESO, ex. : Illustration 8 et 9) et de la pression (ex. : Illustration 16 et 19) ; et de voir s'il y a une cohérence ou une incohérence entre les deux et de chercher les facteurs explicatifs ;
- (3) De réaliser des représentations graphiques de l'évolution temporelle de l'impact (ex. : Illustration 26) et de la pression (ex. : Illustration 24) ; et de voir s'il y a des périodes clefs (augmentation, diminution, présence spécifique à une période de l'année) et là encore de chercher des facteurs explicatifs ;
- (4) De réaliser des représentations graphiques de l'évolution temporelle de l'impact et de l'évolution de la nappe (ex. : Illustration 73) ; et de voir si la fréquence de suivi de la qualité des eaux vis-à-vis des substances actives est adaptée, et d'essayer d'identifier le rôle des fluctuations de la surface libre dans la détection de phytosanitaires dans les eaux souterraines.

L'objectif général est d'identifier les facteurs explicatifs à la présence de produits phytosanitaires dans les eaux souterraines pour pouvoir proposer des mesures de gestion pertinentes et adaptées. Une des premières mesures pourrait être d'adapter la surveillance pour avoir une meilleure connaissance de la dynamique des phytosanitaires dans les eaux souterraines.

Pesticides et leurs métabolites dans les eaux destinées à la production d'eau potable : état des lieux régional et pistes d'action

Un autre objectif de surveillance est d'identifier d'éventuelles tendances à la hausse et de proposer des mesures de gestion avant le dépassement des valeurs seuils.