



Surveillance des pesticides dans l'air

Révision de la liste des pesticides mesurés dans l'air en Bretagne

Travaux 2024 – Version du 18/02/25

Conditions de diffusions

Air Breizh est l'organisme agréé de surveillance de la qualité de l'air dans la région Bretagne, au titre de l'article L221-3 du Code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 13 juin 2022 pris par le Ministère de l'Environnement portant renouvellement de l'agrément de l'association.

À ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Breizh est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Breizh réserve un droit d'accès au public à l'ensemble des résultats de mesures et rapports d'études selon plusieurs modalités : document papier, mise en ligne sur son site internet www.airbreizh.asso.fr, résumé dans ses publications, ...

Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Air Breizh.

Air Breizh ne peut, en aucune façon, être tenu responsable des interprétations et travaux utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Breizh n'aura pas donné d'accord préalable.

Organisation interne – contrôle qualité

Projet : Révision de la liste des pesticides mesurés dans l'air en région Bretagne

Version - date	Modifications	Auteur	Validation
[Commentaires]	Création du document	A. Langlois	O. CESBRON (Chef de projet études) K. GUILLAUME (Doctorant) G. LEFEUVRE (Directeur)

SOMMAIRE

Table des matières

I.	Contexte	6
II.	Méthodologie de hiérarchisation des substances	8
II1.	Présentation de la méthode de hiérarchisation de l'Anses	8
II2.	Développement de la méthode de hiérarchisation simplifiée	9
	Description des critères et sous-critères retenus	9
	Les différentes approches de la méthodologie de hiérarchisation	12
III.	Résultats et interprétation des données	15
III1.	Présentation des résultats de l'étude	15
III2.	Discussion des résultats de l'étude	21
	Illustration du travail d'expertise	21
IV.	Conclusion et perspectives	26
V.	Annexes	27
	Annexe I : Graphiques de dispersion des substances recherchées et non-recherchées des sous-critères quantitatifs de l'étude	27
	Annexe II : Caractéristiques des substances hautement prioritaires	31
	Benzovindiflupyr	31
	Bixafen	31
	Dicamba	31
	Flufénacet	32
	Fluxapyroxad	32
	Glyphosate	33
	Iodosulfuron-méthyl-sodium	33
	Mefentrifluconazole	34
	Metrafenone	34
	Terbutylazine	35
	Thifensulfuron-méthyle	35
	Tribénuron-méthyle	36
	Annexe III : Caractéristiques des substances prioritaires	37

Azoxystrobine	37
Bromuconazole	37
Chlorantraniliprole	38
Chlorméquat chlorure.....	38
Chlorotoluron.....	39
Clodinafop propargyl	39
Clopyralid	40
Ethephon.....	40
Fenpicoxamide	41
Florasulame.....	41
Halauxifène-méthyl.....	41
Isoxaflutole.....	42
Mesosulfuron methyl.....	42
Mesotrione.....	43
Metconazole	43
Nicosulfuron.....	44
Phenmediphame.....	44
Piclorame (acide)	44
Picolinafen.....	45
Pinoxaden.....	45
Prothioconazole	46
Pyraclostrobin	46
Tau fluvalinate.....	47
Tritosulfuron	47
Annexe IV : Références bibliographiques	48
Annexe V : Présentation d'Air Breizh	49
Présentation générale.....	49
Missions	49
Un observatoire régional de la qualité de l'air	49

Index des figures

Figure 1 : Carte du réseau de surveillance des polluants réglementaires en Bretagne	6
Figure 2: Schéma conceptuel de l'utilisation des pesticides et des critères de hiérarchisation (Anses, 2017)	9
Figure 3 : Schéma illustrant l'affiliation des catégories finales pour chaque critère sur une substance fictive.....	13
Figure 4 : Schéma synthétique de la méthode de hiérarchisation des substances	14
Figure 5 : Dispersion de la DT90 sol de 110 substances disposant d'une donnée (131 substances au total).....	16
Figure 6 : Dispersion de la constante de Henry des 129 substances disposant d'une donnée (131 substances au total).....	17
Figure 7 : Dispersion du NODU des 89 substances disposant d'une donnée (131 substances au total)	18
Figure 8 : Dispersion de la DJA des 126 substances disposant d'une donnée (131 substances au total)	19
Figure 9 : Evolution des quantités de bixafen (en tonnes) (Src : OEB)	22
Figure 10 : Evolution des quantités de terbuthylazine (en tonnes) (Src : OEB)	23
Figure 11 : Evolution des quantités de métrafénone (en tonnes) (Src : OEB).....	25
Figure 12 : Dispersion de la demi-vie dans l'air des 102 substances disposant d'une donnée (131 substances au total).....	27
Figure 13 : Dispersion du coefficient de sorption des 106 substances disposant d'une donnée (131 substances au total).....	28
Figure 14 : Dispersion de la moyenne triennale des quantités vendues des 100 substances disposant d'une donnée (131 substances au total)	29
Figure 15 : Dispersion de l'ARfD des 94 substances disposant d'une donnée (131 substances au total)	30
Figure 16 : Dispersion de l'AOEL sol des 108 substances disposant d'une donnée (131 substances au total).....	30

Index des tableaux

Tableau 1 : Répartition des sous-critères par nature quantitative ou qualitative	12
Tableau 2 : Valeurs des centiles pour les sous-critères de présence dans l'atmosphère	15
Tableau 3 : Valeurs des centiles pour les sous-critères potentiel de danger pour la santé humaine.	15
Tableau 4 : Catégories finales des substances non-recherchées	20
Tableau 5 : Détail des catégories pour les substances 'hautement prioritaires'	20

I. CONTEXTE

En Bretagne, Air Breizh possède un réseau de surveillance des polluants réglementaires réparti sur l'ensemble du territoire. En complément, en raison du contexte agricole régional, d'autres polluants atmosphériques sont surveillés : l'ammoniac ; l'hydrogène sulfuré et les pesticides.

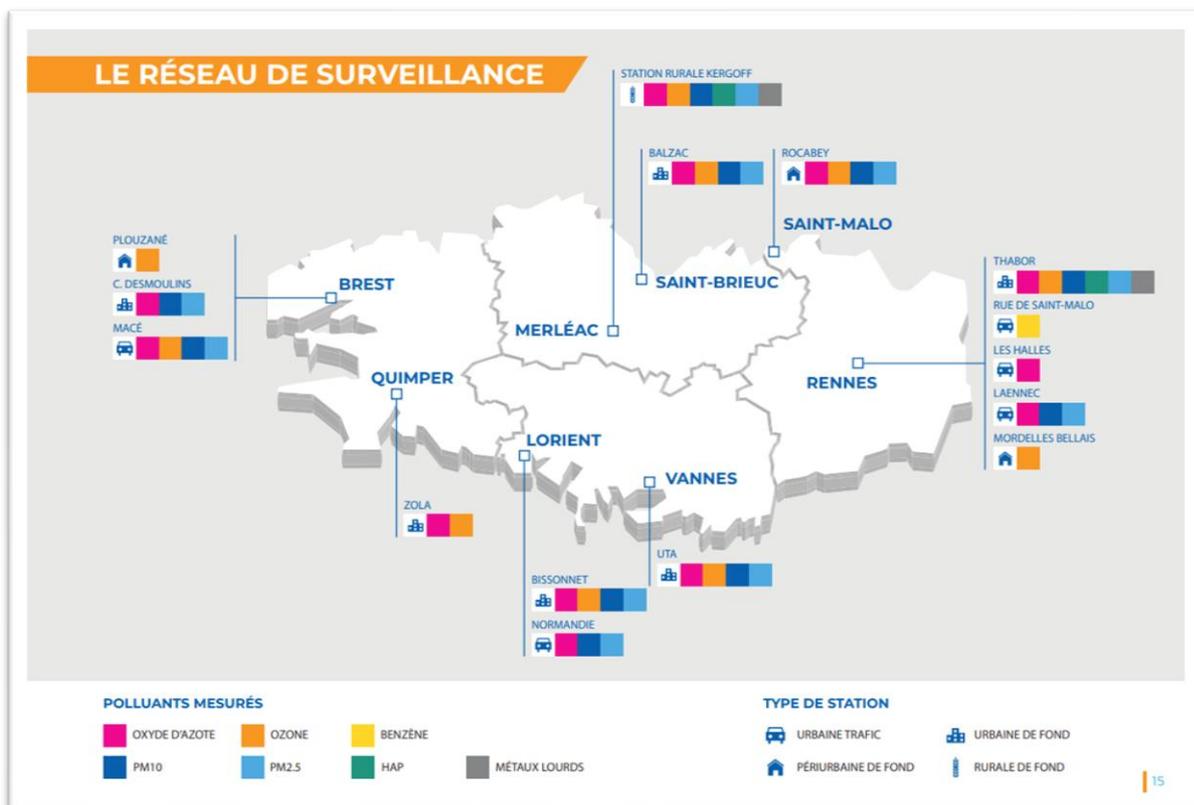


Figure 1 : Carte du réseau de surveillance des polluants réglementaires en Bretagne

Les **pesticides** ne font pas partie à ce jour de la liste des polluants réglementés dans l'air ambiant (Code de l'environnement R221-1). De ce fait, leur mesure n'est pas intégrée au dispositif de surveillance en continu des Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Pour améliorer les connaissances sur la présence des pesticides dans l'air, **Air Breizh mène régulièrement, depuis 2003, des campagnes ponctuelles de quelques semaines à quelques mois**, dans différents contextes selon l'éloignement du capteur aux parcelles agricoles ou les différents profils agricoles (maraîchage, grandes cultures, etc.).

À la suite de la Campagne Nationale Exploratoire de mesure des résidus de Pesticides dans l'air ambiant (CNEP) réalisée en 2018/2019, un suivi national des mesures de pesticides à vocation pérenne a été mis en place à partir de juillet 2021. Ce suivi est réalisé dans toutes les régions françaises, sur des sites de différents profils agricoles (grandes cultures, viticulture, arboriculture et



maraîchage). En Bretagne, le site péri-urbain de Mordelles, sous influence grandes cultures, a été retenu pour ce suivi national.

En 2023, la Chambre régionale d'agriculture de Bretagne a mené une enquête sur les pratiques agricoles dans un périmètre de 3 km autour de la station de Mordelles. L'objectif de l'enquête agricole était de caractériser l'utilisation des produits phytosanitaires, mais aussi de mettre en relation les données des pratiques agricoles et de la qualité de l'air sur la zone d'étude.

Les informations collectées regroupaient les données des parcelles (type de culture, matériel d'application, vitesse d'avancement...), les données des produits (famille de substance, nom de la substance, produit et formulation) et les données de traitement (concentration, surfaces traitées...).

L'enquête a mis en évidence le lien entre applications et mesures de produits phytosanitaires dans l'air, avec notamment des fréquences et concentrations plus fortes lors des périodes d'applications par les agriculteurs qui sont le printemps (mai à juin) et l'automne (octobre à décembre).

Ce travail a également permis de révéler que 54 des 73 substances appliquées dans ce périmètre ne figurent actuellement pas sur la liste de surveillance nationale, ce qui souligne un écart entre les pratiques agricoles régionales et les substances surveillées à l'échelle nationale (CAB, 2023).

A la lumière de ces résultats, **un travail de révision de la liste des pesticides surveillés dans l'air pour la région Bretagne a été mené en 2024**, objet du présent rapport.

Pour cela, le plan d'action suivant a été mis en place :

- a. Établir une méthode simplifiée de hiérarchisation des substances actives en vue d'une intégration dans la liste des pesticides mesurés dans l'air ;
- b. Collecter les données relatives aux substances ;
- c. Hiérarchiser les substances et proposer une adaptation de la liste de surveillance pour la région Bretagne



II. METHODOLOGIE DE HIERARCHISATION DES SUBSTANCES

Afin d'identifier les substances actives prioritaires à ajouter à la liste de surveillance, il est nécessaire d'établir une méthode de hiérarchisation opérationnelle et juste. Elle doit permettre d'évaluer et de classer les substances actives en s'appuyant sur des critères choisis. L'objectif est de déterminer quelles substances doivent être surveillées en priorité dans l'air (en plus de la liste socle national), en se basant sur une sélection de critères (présence dans l'atmosphère, toxicité, ...).

Un travail de hiérarchisation des substances a été mené au niveau national par l'Anses en 2017, en amont de la CNEP. Ce travail, réalisé avec l'outil Sph'AIR, était basé sur une sélection de critères dont les données ne sont pas toujours accessibles.

L'objectif de ce travail est de s'inspirer de cette méthodologie nationale pour construire une méthode simplifiée, basée sur des critères accessibles, avec comme prérequis une duplication dans d'autres régions.

En amont de la définition de cette méthode simplifiée, la méthode nationale retenue par l'Anses est synthétisée dans le paragraphe suivant.

II1. Présentation de la méthode de hiérarchisation de l'Anses

Dans un rapport d'expertise publié en 2017, l'Anses a émis des recommandations concernant la réalisation et les modalités d'une campagne exploratoire visant à instaurer une surveillance pérenne des pesticides dans l'air à l'échelle nationale.

Pour réaliser ce travail, l'Anses s'est appuyé sur l'outil Sph'AIR, développé par l'Ineris (Gouzy & Farret, 2005). Cet outil a été conçu pour identifier les substances à surveiller en priorité dans le compartiment aérien. Quatre critères ont été utilisés pour hiérarchiser les substances (figure 2) :

- Le **temps de résidence** exprimé par la photodégradation indirecte via les radicaux hydroxyles dans l'atmosphère ;
- Les **sources atmosphériques** sont estimées via le départ direct dans l'air d'une substance au moment de la pulvérisation, de la volatilisation à partir de la cible, et de la volatilisation à partir du sol. Chacune de ces sources est évaluée à travers des formules spécifiques qui intègrent des valeurs liées à la pénétration dans l'air, la volatilisation depuis le sol, et la volatilité des substances appliquées sur la végétation ;
- La **quantité de substances utilisées** a été évaluée à partir de la moyenne triennale des données de la Banque Nationale des Ventes réalisées par les Distributeurs (BNV-d) pour les années 2012 à 2015 ;

- Enfin, le **potentiel de danger** pour la santé humaine est estimé par le calcul d'un score de danger chronique et aigu. Ce score s'inspire de l'indice de risques toxicologiques (IRT) inclus dans l'indicateur de Risque des Pesticides du Québec (IRPeQ) (Anses, 2017).

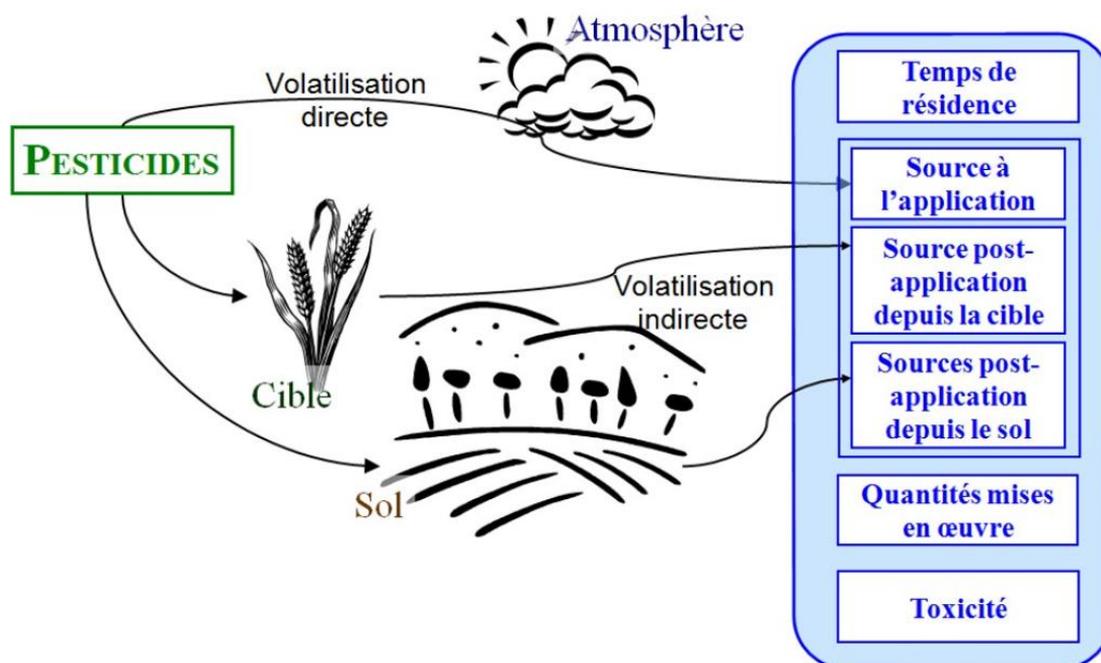


Figure 2: Schéma conceptuel de l'utilisation des pesticides et des critères de hiérarchisation (Anses, 2017)

II.2. Développement de la méthode de hiérarchisation simplifiée

Description des critères et sous-critères retenus

Les quatre critères utilisés dans la méthode ici élaborée sont identiques à ceux de l'Anses. En revanche, des sous-critères ont été définis spécifiquement pour chacun de ces critères avec les données dont nous disposons. Celles-ci sont en libre accès et proviennent de la PPDB¹ (Pesticide Properties DataBase). Le choix de ces critères a été validé lors d'un échange spécifique avec la Chambre d'Agriculture (CAB) et la Direction régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DRAAF). Les sous-critères sont détaillés ci-après.

Temps de résidence

Le **temps de résidence** d'une substance **dans les milieux** est évalué à partir des trois sous-critères qui sont le temps de dégradation théorique en jour de 90 % des concentrations initiales de chaque substance dans les sols ($DT_{90\text{ sol}}$), la demi-vie photochimique oxydative en jour ($DT_{50\text{ photochimique oxydative}}$) ainsi que le coefficient de sorption de la fraction organique en millilitre par gramme (K_{foc}).

¹ <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>



La $DT_{90\text{sol}}$ et le K_{foc} nous informe sur le processus de dispersion d'un produit phytosanitaire dans l'air et les sols. La dispersion est un processus où une substance est entraînée hors de son champ d'application (Grébil et al., 2001). Elle peut donc exercer une influence sur la volatilisation indirecte des substances à partir des plantes et des sols, sur le transport éolien et sur l'érosion du sol.

Le K_{foc} est un coefficient de sorption qui permet de décrire la tendance d'une substance à se lier aux sols. Une valeur élevée signifie que le composé n'est pas ou peu mobile dans le sol (University of Hertfordshire, 2024). C'est-à-dire qu'il sera moins facilement lessivé vers les sols profonds. Il sera donc potentiellement plus présent dans les couches superficielles et donc sujet à la volatilisation, c'est pourquoi une valeur élevée est plus pénalisante dans le cadre de notre étude.

Concernant les temps de dégradation des substances, plusieurs données sont disponibles en fonction du type de sol sur la PPDB :

- DT_{50} : typique, laboratoire à 20 °C et champs
- DT_{90} : laboratoire à 20 °C et champs

Dans un premier temps, la DT_{90} a été privilégiée pour cette étude au regard de la DT_{50} . En effet, le temps de dégradation d'une substance suit une courbe exponentielle négative (Thomson et al., 1994). C'est-à-dire que plus le stade de dégradation d'une substance est avancé, plus un temps long sera nécessaire. La DT_{90} est donc plus représentative du temps global de dégradation d'une substance. D'autre part, la valeur de la $DT_{90\text{champs}}$ est obtenue en prenant compte des conditions climatiques ce qui en fait un choix plus intéressant. A défaut de donnée, nous utilisons la $DT_{90\text{laboratoire}}$ 20 °C.

Enfin, la $DT_{50\text{photochimique oxydative}}$ représente la demi-vie d'une substance dans l'atmosphère. Elle prend principalement en compte des réactions avec les radicaux hydroxyles (OH^-) qui sont considérés comme le principal processus de dégradation des polluants atmosphériques (University of Hertfordshire, 2024).

Sources atmosphériques

Les **sources atmosphériques** sont déterminées par la constante de Henry exprimée en Pascal mètre cube par mole ($\text{Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$). La constante de Henry est un paramètre plus pertinent dans le cadre de notre étude que la pression de vapeur saturante. En effet, elle indique la tendance d'une substance à se volatiliser, c'est-à-dire le passage de la phase liquide à la phase gazeuse. Elle prend notamment en compte dans son calcul la pression de vapeur saturante. Une substance est d'autant plus volatile que sa valeur de constante de Henry est élevée (INERIS, 2001).

Quantité

Pour représenter la **quantité de substances** utilisées sur le territoire, nous avons retenu la moyenne triennale des quantités vendues en kilogramme entre 2021 et 2023 (BNV-d) et le nombre de doses unités (NODU) exprimé en hectare.



Le NODU permet d'apprécier l'intensité d'utilisation des produits phytopharmaceutiques, en rapportant la quantité vendue de chaque substance active par une « dose unité (DU) », c'est-à-dire la dose maximale de cette substance active applicable lors d'un traitement « moyen » une année donnée (Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, 2020).

$$\text{NODU (hectares)} = \frac{\text{Quantité vendue (kg)}}{\text{Dose Unitaire (kg/hectares)}}$$

Dans notre étude, les quantités de ventes réalisées en 2023 sont les plus récentes. C'est pourquoi elles ont été prises en compte pour le calcul du NODU. Les DU datent de l'année 2022 (données les plus récentes disponibles) à l'exception d'une substance où la dernière DU est de 2018.

Potentiel de danger pour la santé humaine

Pour le **potentiel de danger** pour la santé humaine, nous avons retenu trois valeurs toxicologiques de référence (VTR) renseignées pour la majorité des substances sur la PPDB. La dose journalière admissible (DJA), la dose de référence aiguë (ARfD) et le niveau d'exposition acceptable pour les opérateurs (AOEL) sont utilisés dans ce travail. Elles sont exprimées en milligramme par kilogramme de poids corporel par jour (kg/pc/j) (Université Hertfordshire, 2024); rappelons ici qu'il n'existe pas à ce jour de VTR relative à une exposition aux pesticides par inhalation.

Les différentes approches de la méthodologie de hiérarchisation

Parmi les sous-critères, il faut faire la distinction entre ceux de nature quantitative et qualitative. La nature quantitative d'un sous-critère nous permet de catégoriser les substances les unes par rapport aux autres. Les critères de nature qualitative permettent quant à eux d'orienter le travail d'expertise. Les différents sous-critères ont été classés par nature dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Répartition des sous-critères par nature quantitative ou qualitative

Critères	Sous-critères de nature quantitative	Sous-critères de nature qualitative
Temps de résidence	- DT ₉₀ sol - DT ₅₀ photochimique oxydative - K _{foc}	
Sources atmosphériques	- Constante de Henry	
Quantité de ventes	- Moyenne triennale (2021-2023) - NODU	
Potentiel de danger pour la santé humaine	- DJA - ARfD - AOEL	
Historique de recherche		- Date de dernière recherche - Date de dernière détection - Taux de détection par recherche

Approche algorithmique

Les substances incluses dans ce travail comprennent les 77 substances ² de la liste socle nationale et les 54 substances identifiées lors de l'enquête agricole. L'intérêt d'intégrer les substances déjà surveillées est de vérifier que la méthode élaborée dans cette étude est cohérente avec le travail que l'Anses a mené pour établir la liste socle nationale. Ces **131 substances au total**, ont ensuite été classées dans des catégories par sous-critères quantitatifs, basés sur leur position dans la distribution des centiles. Un centile est une mesure statistique qui divise une distribution en 100 parties égales. Il permet de situer une valeur par rapport à un ensemble de données.

Cette méthode est inspirée du rapport de l'Anses « Proposition de modalités pour une surveillance des pesticides dans l'air ambiant » publié en 2017. L'Anses utilise des substances virtuelles correspondant aux 70^{ème} et 80^{ème} centiles pour fixer un seuil de séparation entre les substances. Ces valeurs de centile ont arbitrairement été choisies en cohérence avec les précédents déploiements

² La liste initiale pour la CNEP 2018/2019 était de 77 substances. En 2021, lors de la seconde campagne de prélèvement, le nombre de substances est passé à 72.

expérimentaux de Sph'AIR. Pour la méthode simplifiée, les mêmes valeurs de centiles ont été choisies.

Pour les sous-critères décrivant le potentiel de présence d'une substance dans l'atmosphère (tableau 2), les valeurs les plus élevées sont les plus pénalisantes. C'est pourquoi le 70^{ème} et 80^{ème} centile ont été retenus pour hiérarchiser les substances en 3 catégories :

- C1 : substances se trouvant au-dessus du 80^{ème} centile ;
- C2 : substances situées entre le 70^{ème} et le 80^{ème} centile ;
- C3 : substances en dessous du 70^{ème} centile.

Pour les sous-critères décrivant le potentiel de danger sur la santé humaine (tableau 3), les valeurs les plus basses sont les plus pénalisantes. C'est pourquoi, le 30^{ème} et 20^{ème} centile ont été retenus :

- C1 : substances se trouvant en dessous du 20^{ème} centile ;
- C2 : substances situées entre le 30^{ème} et le 20^{ème} centile ;
- C3 : substances au-dessus du 30^{ème} centile.

Enfin, la substance est assignée à la catégorie la plus pénalisante identifiée pour chaque critère à l'exception du critère source atmosphérique qui possède un unique sous-critère, comme illustré par la figure 3.

Sous critères	DT ₉₀	DT ₅₀	K _{foc}	Constante Henry	Moyenne triennale	NODU	DJA	ARfD	AOEL
Catégorie	C1	C3	C3	C3	C2	C1	C3	C3	C1
Critères	Temps de résidence			Sources atmosphériques		Quantité	Toxicité		
Catégorie finale	C1			C3		C1	C1		

Figure 3 : Schéma illustrant l'affiliation des catégories finales pour chaque critère sur une substance fictive

Approche par expertise

Un travail d'expertise pour chaque substance a ensuite été réalisé avec une approche transversale entre les critères quantitatifs et qualitatifs. Quelques études externes ont pu être mobilisées pour les substances afin d'orienter l'évaluation avec plus d'informations. Également, l'historique des mesures dans l'air des substances par l'ensemble des AASQA a été pris en compte, car il permet de connaître si une substance a déjà été détectée en Bretagne ou dans d'autres régions. L'historique de la présence de chaque substance dans le compartiment aérien est évalué à partir de la base de données

nationale Phytatmo³ dont les années de prélèvement s'étendent de 2005 à 2022. Les informations suivantes sont extraites de la base : la date de dernière recherche et détection au niveau national, le taux de détection par recherche et les concentrations maximales détectées en nanogramme par mètre cube.

Ce travail repose sur l'avis de trois experts ne s'étant pas concertés pour effectuer un premier classement afin de ne pas influencer leur avis réciproquement et de tendre vers l'objectivité. Ensuite, une mise en commun est effectuée pour aboutir à une liste stabilisée commune. À l'issue de ce travail, chaque substance se voit attribuer un classement final :

- Substances hautement prioritaires ;
- Substances prioritaires ;
- Substances non-prioritaires.

La figure 4 suivante schématise les différentes étapes de la méthode de hiérarchisation :

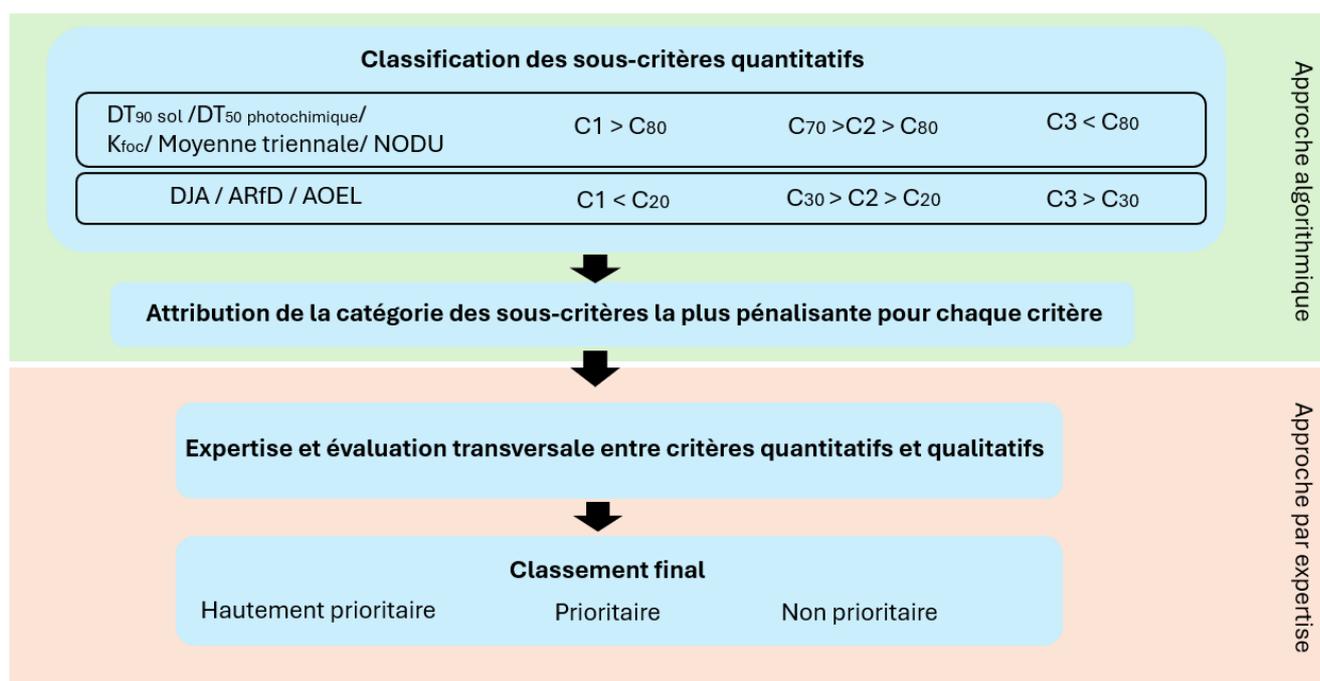


Figure 4 : Schéma synthétique de la méthode de hiérarchisation des substances

Cette réflexion a été partagée et validée lors d'une réunion avec la CAB et la DRAAF, renforçant ainsi la pertinence et l'orientation des choix méthodologiques.

³ <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/base-de-donnee-de-surveillance-de-pesticides-dans-l-air-par-les-aasqa-a-partir-de-2002/>



III. RESULTATS ET INTERPRETATION DES DONNEES

III1. Présentation des résultats de l'étude

Les valeurs des centiles pour catégoriser les substances sont détaillées dans les tableaux (2 et 3) ci-dessous.

Tableau 2 : Valeurs des centiles pour les sous-critères de présence dans l'atmosphère

	Valeur du 70 ^{ème} centile	Valeur du 80 ^{ème} centile
DT ₉₀ sol (jours)	354	597
DT ₅₀ photochimique oxydative(jours)	21	40
K _{foc} (ml g ⁻¹)	1602	3178
Constante de Henry (Pa m ³ mol ⁻¹)	4,6.10 ⁻³	3,1.10 ⁻²
Moyenne triennale des quantités (kg)	8 481	14 171
NODU (hectares)	64 130	92 061

Tableau 3 : Valeurs des centiles pour les sous-critères potentiel de danger pour la santé humaine

	Valeur du 30 ^{ème} centile	Valeur du 20 ^{ème} centile
DJA (mg kg ⁻¹ p.c. jour ⁻¹)	0,01	0,005
ARfD (mg kg ⁻¹ p.c. jour ⁻¹)	0,032	0,02
AOEL (mg kg ⁻¹ p.c. jour ⁻¹)	0,02	0,01084

Pour chaque sous-critère, un graphique de la répartition des valeurs des substances de l'étude a été réalisé afin de visualiser clairement le positionnement des substances les unes par rapport aux autres. Chaque graphique présente un nombre de substances totales différent dû à la variabilité des données disponibles. A titre d'exemple, un graphique par critère de hiérarchisation a été détaillé ci-dessous pour décrire quelques jeux de données. Les graphiques non-décrits figurent dans l'annexe I.

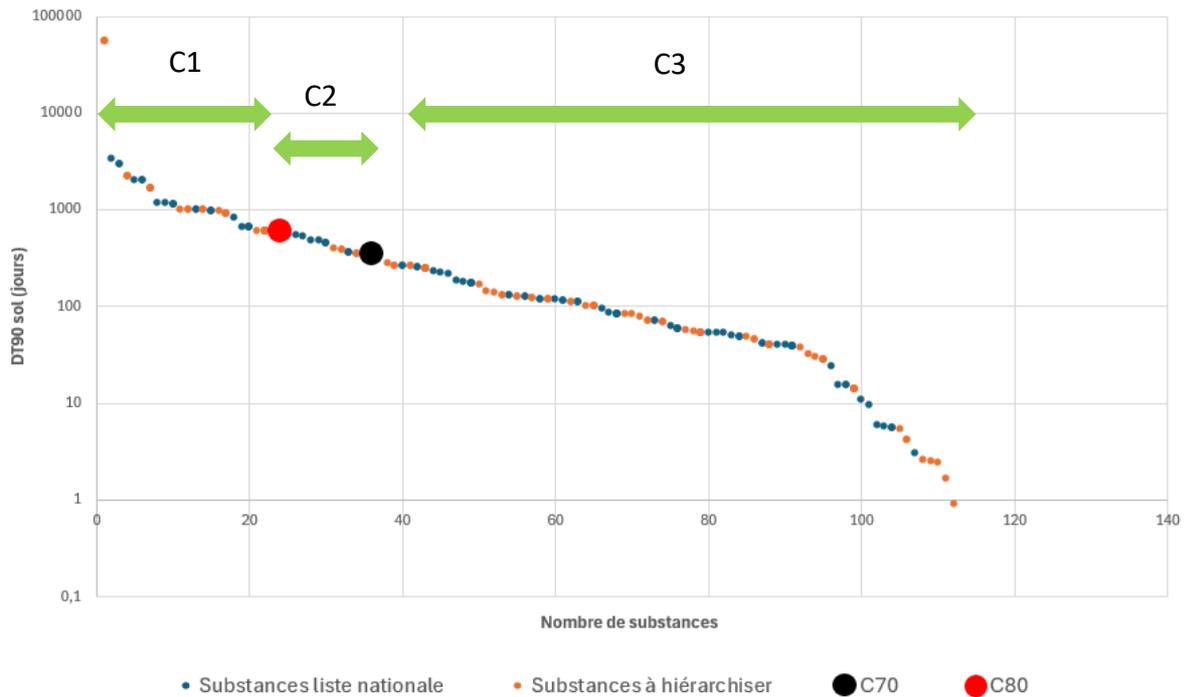


Figure 5 : Dispersion de la DT_{90 sol} de 110 substances disposant d'une donnée (131 substances au total)

Pour la DT_{90 sol} qui traduit la persistance des substances sur les sols, 84 % des substances de l'étude disposent d'une valeur. Parmi les substances non-recherchées, trois substances n'ont pas de données (phosphate ferrique, soufre et thiencarbazonne methyl).

Trois substances non-recherchées se situent entre le 70^{ème} et le 80^{ème} centile (classe C2) et dix substances sont au-dessus du 80^{ème} centile (classe C1). La métrafénone présente une DT_{90 sol} de 55 000 jours ce qui en fait la substance la plus persistante dans les sols de toutes les substances de l'étude.

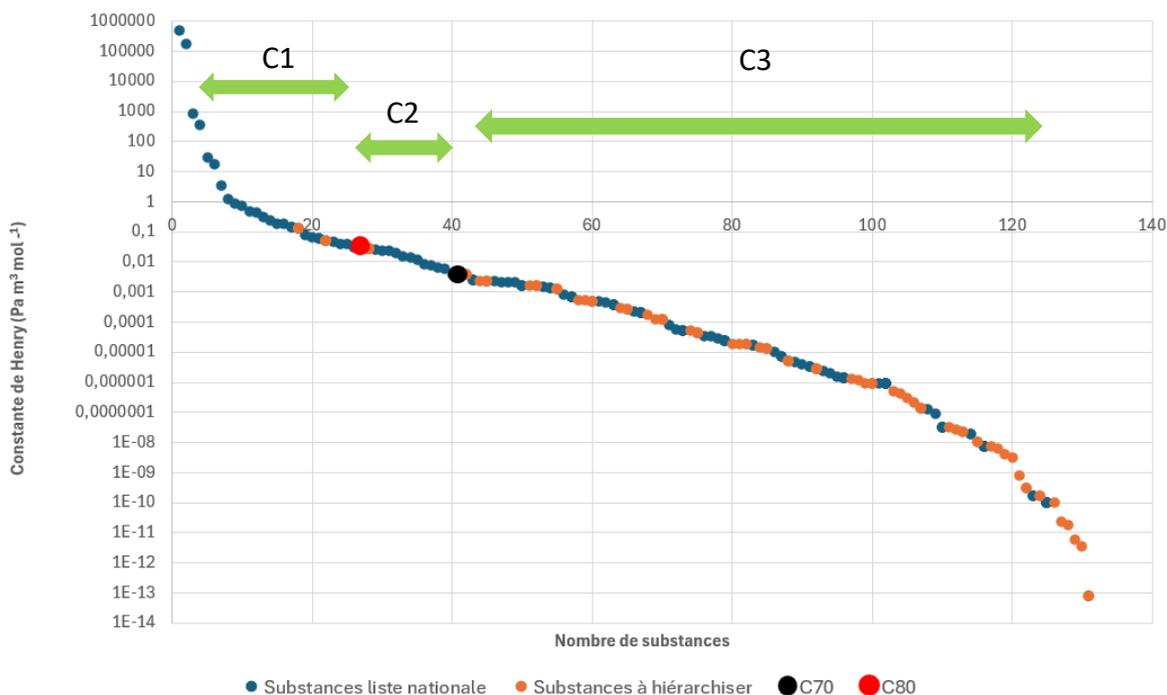


Figure 6 : Dispersion de la constante de Henry des 129 substances disposant d'une donnée (131 substances au total)

Pour la constante de Henry, 98 % des substances de l'étude disposent d'une valeur. Seul le phosphonate de potassium et le phosphate ferrique ne disposent pas de données parmi les substances non-recherchées.

Le cyflufenamid est l'unique substance non-recherchée située entre les deux centiles. Tandis que le soufre et la métrafénone sont celles présentes au-dessus du 80^{ème} centile. La métrafénone est la substance non-recherchée la plus volatile avec 0,132 Pa.m³.mol⁻¹.

Parmi les 54 substances à hiérarchiser, 51 présentent une constante Henry inférieure au 70^{ème} centile, soit la classe 3 de notre méthode.

Près de la moitié des substances de la liste nationale se trouvent au-dessus du 70^{ème} centile, soit 47 %.

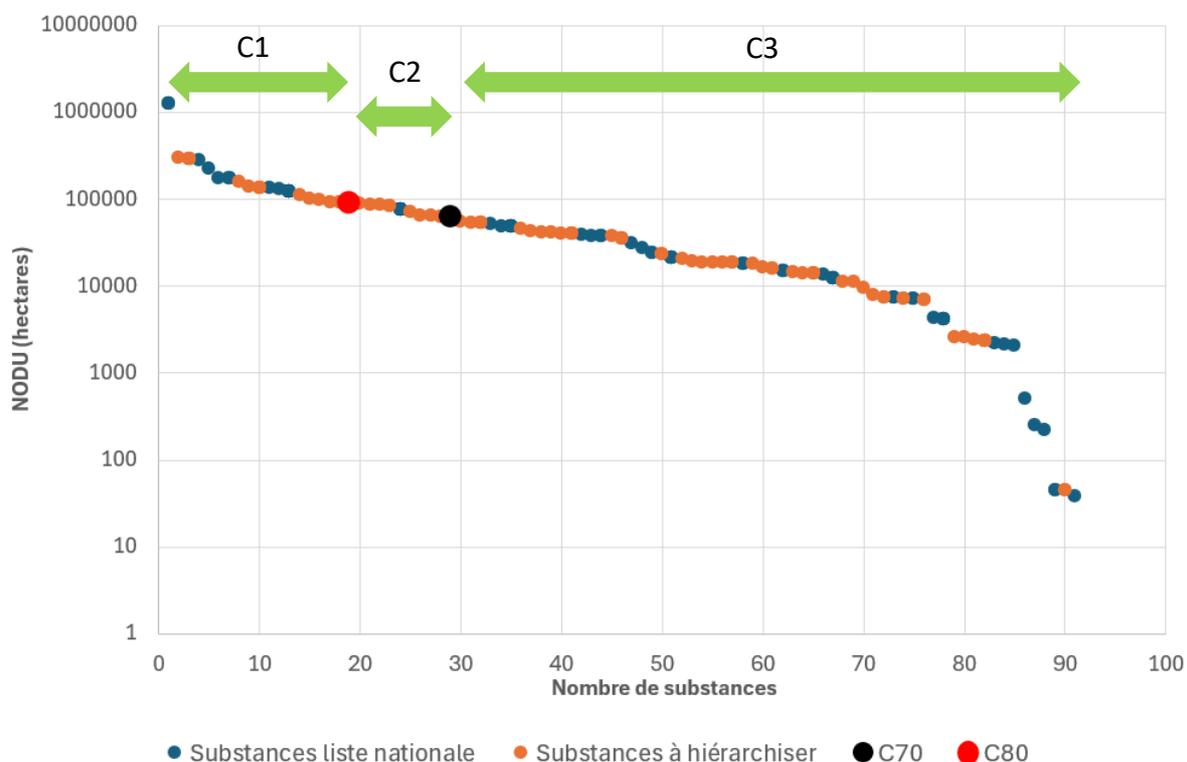


Figure 7 : Dispersion du NODU des 89 substances disposant d'une donnée (131 substances au total)

Pour le NODU, 68 % des substances de l'étude présentent une valeur. L'ensemble des substances non-recherchées dispose d'une donnée.

Huit substances non-recherchées à ce jour figurent entre les deux centiles et dix sont au-dessus du 80^{ème} centile.

Le metsulfuron methyl (302 624 hectares), la méso-trione (288 075 hectares) et le glyphosate (160 457 hectares) sont les trois substances non-recherchées les plus appliquées sur les grandes cultures en Bretagne sur les dernières années.

Parmi les 54 substances à hiérarchiser, 36 présentent un NODU inférieur au 70^{ème} centile, soit la classe 3 de notre méthode.

Un peu plus d'un quart des 35 substances de la liste nationale ayant une donnée de NODU soit 26 %, se trouvent au-dessus du 70^{ème} centile.

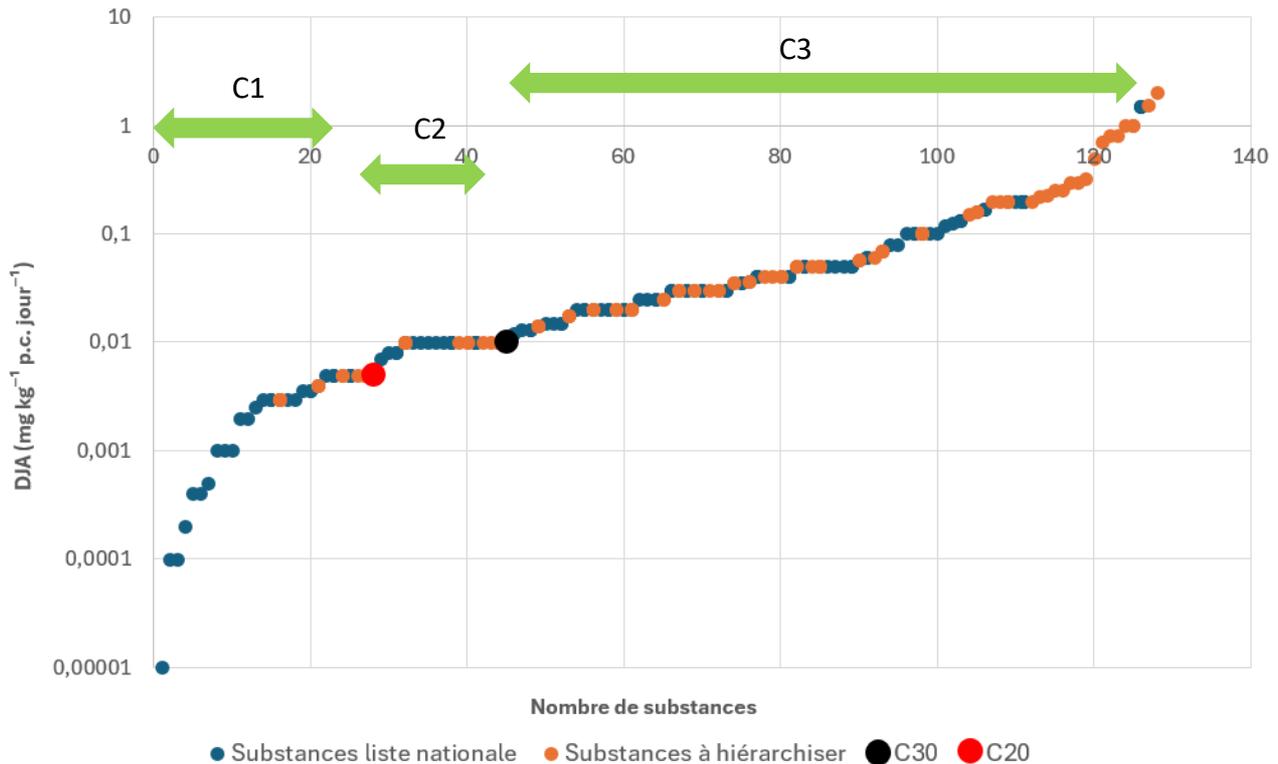


Figure 8 : Dispersion de la DJA des 126 substances disposant d'une donnée (131 substances au total)

Pour la DJA, 96 % des substances de l'étude présentent une valeur. Le 30^{ème} centile et le 20^{ème} centile ont des valeurs identiques à plusieurs autres substances de cet échantillon. Les centiles ont été placés à la suite de ces substances.

On observe cinq substances en dessous du 20^{ème} centile et six substances entre les deux centiles. Le clodinafop propargyl (0,003 mg kg⁻¹ p.c. jour⁻¹) et la terbutylazine (0,004 mg kg⁻¹ p.c. jour⁻¹) présentent les valeurs de DJA les plus faibles pour les substances non-recherchées.

Parmi les 54 substances à hiérarchiser, 43 présentent une DJA supérieure au 30^{ème} centile, soit la classe 3 de notre méthode.

Près de la moitié des substances de la liste nationale ayant une donnée (72 substances CNEP) se trouvent en dessous du 30^{ème} centile, soit 46 %.

Ensuite, le tableau 4 ci-après présente le classement final attribué aux substances non-recherchées après avoir appliqué l'approche algorithmique et par expertise de la méthode de hiérarchisation. Sur les 54 substances non-intégrées à la liste nationale, 12 d'entre elles figurent dans la catégorie 'hautement prioritaire' pour une intégration dans la liste de substances recherchées.

Tableau 4 : Catégories finales des substances non-recherchées
(HP : hautement prioritaire ; P : prioritaire ; NP : non-prioritaire)

Substances hautement prioritaires	Substances prioritaires	Substances non-prioritaires
Benzovindiflupyr	Azoxystrobine	2,4-MCPA
Bixafen	Bromuconazole	Amidosulfuron
Dicamba (dont acide)	Chlorantraniliprole	Cléthodime
Flufénacet	Chlorméquat chlorure	Cyflufenamid
Fluxapyroxad	Chlorotoluron	Esfenvalerate
Glyphosate	Clodinafop propargyl	Ethofumesate
Iodosulfuron-méthyl-sodium	Clopyralid	Fluroxypyr
Mefentrifluconazole	Ethephon	Foramsulfuron
Metrafenone	Fenpicoxamide	Metsulfuron methyl
Terbuthylazine	Florasulame	Phosphate ferrique
Thifensulfuron-méthyle	Halauxifène-méthyl	Phosphonate de potassium
Tribénuron-méthyle	Isoxaflutole	Prohexadione calcium
	Mesosulfuron methyl	Prosulfuron
	Mesotrione	Pyridate
	Metconazole	Soufre
	Nicosulfuron	Thiocarbazone methyl
	Phenmediphame	Triflursulfuron-méthyle
	Piclorame (acide)	Trinexapac-éthyl
	Picolinafen	
	Pinoxaden	
	Prothioconazole	
	Pyraclostrobine	
	Tau fluvalinate	
	Tritosulfuron	

Le détail des catégories par critère pour les 12 substances 'hautement prioritaires' a été synthétisé dans le tableau 5 ci-après :

Tableau 5 : Détail des catégories pour les substances 'hautement prioritaires'

	Temps de résidence	Sources atmosphériques	Quantité	Potentiel de danger pour la santé humaine
Benzovindiflupyr	C1	C3	C3	C3
Bixafen	C1	C3	C3	C3
Dicamba	C1	C3	C2	C3
Flufénacet	C3	C3	C2	C1
Fluxapyroxad	C1	C3	C2	C3
Glyphosate	C1	C3	C1	C3
Iodosulfuron méthyl sodium	C1	C3	C1	C3
Mefentrifluconazole	C1	C3	C2	C3
Metrafenone	C1	C1	C3	C3
Terbuthylazine	C3	C3	C1	C1
Thifensulfuron-méthyle	C1	C3	C3	C2
Tribénuron-méthyle	C1	C3	C3	C2



Quatre substances classées hautement prioritaires présentent deux critères en C1. Le glyphosate et l'iodosulfuron en font partie pour les critères temps de résidence et quantité. Puis, la métrafénone en raison des critères temps de résidence et sources atmosphériques. Enfin, la terbuthylazine se retrouve HP pour les critères quantité et potentiel de danger pour la santé humaine.

Huit autres substances sont classées hautement prioritaire du fait d'un classement en C1 pour un critère. Pour sept de ces huit substances, il s'agit du temps de résidence.

Parmi ces 12 substances hautement prioritaires, six montrent également une C2 dans un autre critère (quantité et potentiel de danger pour la santé humaine).

III2. Discussion des résultats de l'étude

Illustration du travail d'expertise

L'objet de la discussion est ici d'illustrer le travail d'expertise qui a été mené après l'attribution des catégories. L'expertise a porté uniquement sur les substances hautement prioritaires et prioritaires. Ici, trois substances ont été choisies à titre d'exemple : le bixafen, la terbuthylazine et la métrafénone.

Bixafen

Le **Bixafen** présente une C1 pour le temps de résidence (4^{ème}/54) et les trois autres critères sont en C3.

Les données de l'étude montrent que le bixafen est très persistant sur le sol (1000 jours) et n'est pas facilement lessivable du fait de son coefficient de sorption élevé (3869 ml g⁻¹). Cette substance est aussi classée 19^{ème}/54 pour la constante de Henry.

D'autre part, l'Anses a élaboré une liste de substances chimiques étant de potentiels perturbateurs endocriniens dans laquelle le bixafen figure (Anses, 2021). Une autre étude menée par l'Anses sur les substances de la famille des SDHI (Succinate DesHydrogenase Inhibitors) a mis en évidence que le Bixafen provoque de multiples effets néfastes sur divers organismes et espèces (Anses, 2023a). Parmi lesquels on note :

- Effets sur le foie et la thyroïde
- Développement de tumeurs surrénaliennes
- Suspicion d'effet sur le système visuel (rétine)
- Effet sur le développement du poids du fœtus
- Effet neurotoxique, cardiaque et sur le système nerveux

En ce qui concerne l'historique de la substance, elle n'a pas été recherchée en Bretagne ou en France. La substance a été introduite sur le marché en 2013 et comme le montre les données de la base des ventes (mises en forme par l'OEB - figure 9), les quantités de vente du bixafen ont augmentés de 2015 à 2019 puis légèrement diminué à posteriori puisque sa moyenne triennale est de 5,3 tonnes de 2021 à 2023. Bien que les quantités de ventes présentent une légère tendance à la baisse, le bixafen est classé 18^{ème}/114 des substances de type fongicides répertoriés dans la BNV-d entre 2021 et 2023 en Bretagne.

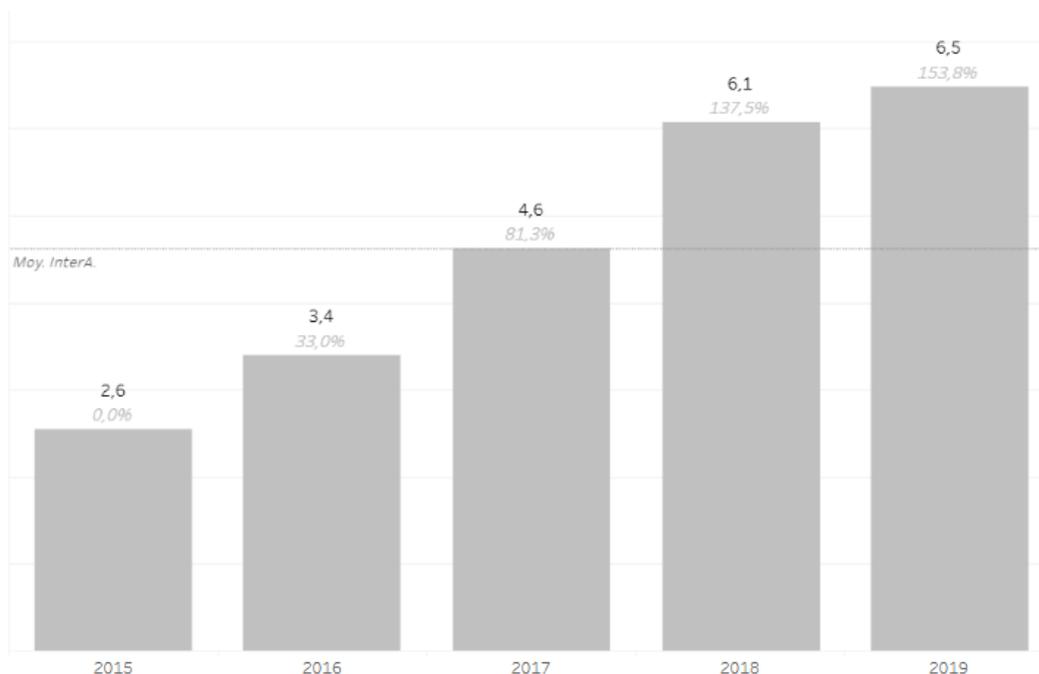


Figure 9 : Evolution des quantités de bixafen (en tonnes) (Src : OEB)

Analyse :

Le Bixafen est un fongicide SDHI communément utilisé sur les céréales en Bretagne et qui a de multiples effets néfastes sur les organismes vivants. Il est classé C1 pour son temps de résidence après hiérarchisation et ne présente pas d'historique de recherche dans l'air en France. Par ces multiples raisons, son ajout à la liste de surveillance nationale est fortement recommandé.

Terbutylazine

La **terbutylazine** présente cinq C1 pour les trois VTR, la moyenne triennale et le NODU ce qui en fait la substance non-recherchée qui en présente le plus. Parmi les 54 substances non-recherchées, il s'agit également de la 6^{ème} substance la plus volatile.

Cet herbicide a été retiré du marché dans les années 2000 pour cause de contamination des eaux souterraines. Il a ensuite été réautorisé en 2017 (jusqu'en mai 2027) en petites quantités, pour une utilisation sur le désherbage maïs en mélange avec de la mésotrione. Cependant, à la suite d'une plainte de la DRAAF Bretagne et d'une contamination de nappe en Seine-et-Marne, l'Anses surveille la substance de près pour assurer ses missions de pharmacovigilance. Peu de temps après sa remise sur le marché en 2017, la substance figure parmi celles les plus vendues en France (80^{ème} sur 464 substances disponibles en 2018). C'est d'ailleurs la région Bretagne qui domine les ventes avec un quart du total national (Anses, 2023b). Les données de la base des ventes (mises en forme par l'OEB - figure 10) appuient effectivement les propos de l'Anses. En effet, dès 2018, la substance a repris



une place considérable dans les ventes avec 32 tonnes en Bretagne. Par la suite, ses parts de marchés ont continué à augmenter après 2019 puisqu'elle a été vendue en moyenne à 39 tonnes de 2021 à 2023.

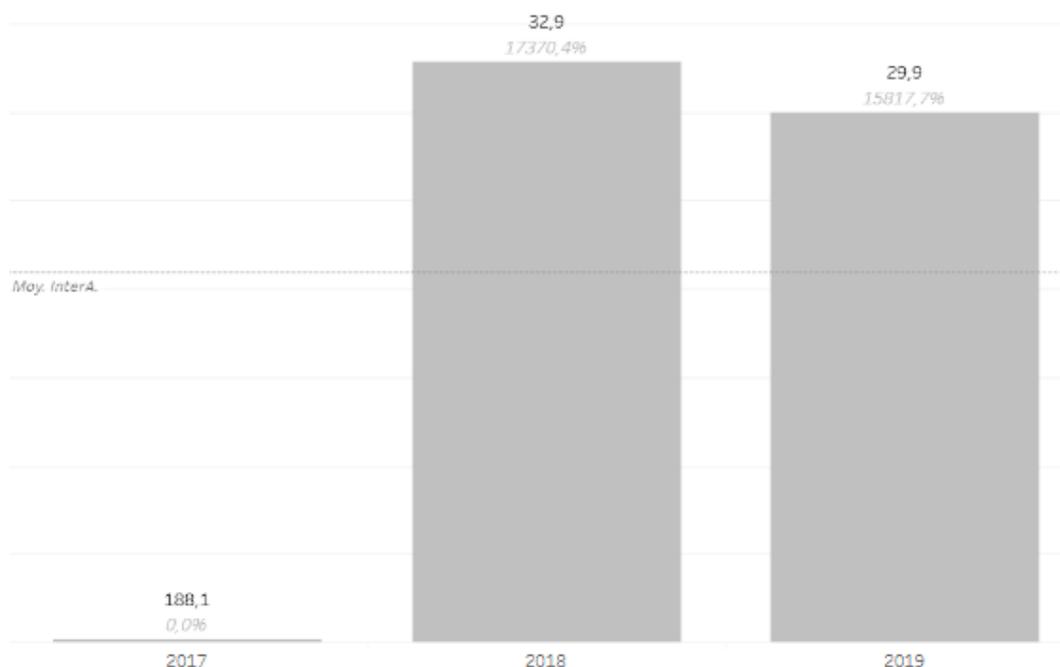


Figure 10 : Evolution des quantités de terbutylazine (en tonnes) (Src : OEB)

Par ailleurs, parmi les sept substances actives représentant la moitié des quantités vendues dans la région depuis 2015 (glyphosate, prosulfocarbe, isoproturon, S-métolachlore, métolachlore, cyperméthrine et terbutylazine), seules trois – le glyphosate, l'isoproturon et la terbutylazine – ne figurent pas sur la liste de surveillance nationale (OEB, 2020). On peut toutefois relever que le glyphosate fait l'objet de recherches ponctuelles dans le cadre de la surveillance nationale ; il sera notamment surveillé à Mordelles en 2025.

Cette substance figure également dans la liste des perturbateurs endocriniens potentiels de l'Anses comme le bixafen. Aussi selon la classification de l'UE, la terbutylazine est nocive en cas d'ingestion et peut endommager des organes en cas d'exposition prolongée (ECHA, 2023).

Concernant son historique, elle a été recherchée 6 244 fois et détectée 563 fois en France (9%) et sa dernière détection date de 2022. En Bretagne, elle a également été recherchée 206 fois, détectée 9 fois (4%) et sa date de dernière recherche et détection est de 2019.

Analyse :

La Terbutylazine est un herbicide fréquemment détecté dans l'air en France et en Bretagne en comparaison des autres substances non-recherchées, mais c'est aussi une substance



considérablement vendue en Bretagne comme le confirment les données de la base des ventes. Pour ces raisons mais aussi au regard de son potentiel impact sur la santé, la terbuthylazine est une substance importante à ajouter à la liste de surveillance pour la Bretagne. La CAB a de surcroît recommandé son ajout à la liste du fait qu'elle ait été retrouvée dans la région sur des cultures non-ciblées.

Metrafenone

La **métrafénone** présente deux C1 pour le temps de résidence et les sources atmosphériques tandis que les deux autres critères sont en C3. Effectivement, la metrafenone est la substance non-recherchée la plus volatile. Elle est également extrêmement persistante dans le sol (55 000 jours) et présente un coefficient de sorption important (3105 ml g^{-1}).

Bien qu'aucune VTR significative ne soit associée à cette substance, la littérature suggère un potentiel cancérigène, principalement au niveau du foie, mais les preuves restent insuffisantes pour évaluer le risque pour l'humain (EPA, 2006).

En termes de surveillance, la metrafenone a été peu recherchée en Bretagne. Au total, 24 recherches sans avoir été détectée sachant que la date de dernière recherche date de 2014. À l'échelle nationale, elle a fait l'objet de 1 203 recherches sans avoir été détectée aussi, la dernière recherche datant de 2019.

Regardant l'évolution des quantités de ventes de la métrafénone (figure 11), la substance a connu une forte hausse en 2018 probablement due à l'augmentation de la redevance sur la pollution diffuse rentrée en vigueur à compter du 1^{er} janvier 2019 (OEB, 2020). Effectivement, un rebond dû à un effet de stockage est observé pour de nombreuses substances en 2018. A partir de 2019, les quantités de ventes de la substance ont chuté à 2 tonnes environ en 2019 puis à moins de 0,5 tonnes en moyenne entre 2021 et 2023. Effectivement sur la BNV-d, la métrafénone est classée 39^{ème} sur 104 fongicides de 2015 à 2017 et 53^{ème} sur 114 de 2021 à 2023, ce qui illustre bien la tendance à la baisse des quantités de ventes.

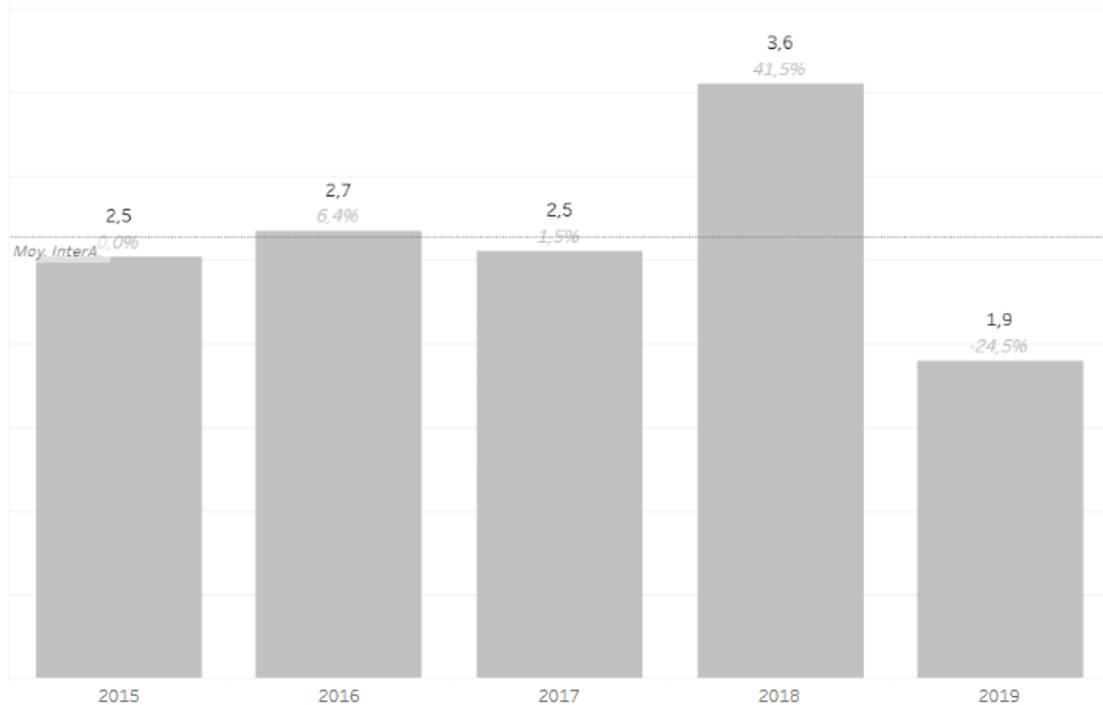


Figure 11 : Evolution des quantités de métrafénone (en tonnes) (Src : OEB)

Analyse :

L'historique de la métrafénone est ancien et il en va de même pour les études toxicologiques. Ces dernières années, la substance a progressivement perdu des parts de marché. Toutefois, il est difficile de prévoir si cette tendance se maintiendra à l'avenir, d'autant que son autorisation de mise sur le marché (AMM) à l'échelle de l'UE est valide jusqu'en 2039. Cette substance est la plus volatile des substances non-recherchées, mais elle n'a pas été détectée dans l'air. On constate donc une incohérence entre le caractère volatile de la substance et son historique de surveillance. Il serait souhaitable de réaliser des tests de piégeage de cette substance sur le support utilisé. Pour l'ensemble de ces raisons, il nous semble pertinent d'ajouter cette substance à la liste de surveillance régionale.



IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Air Breizh surveille les pesticides depuis plus de 20 ans. La CNEP 2018/2019 a établi un cadre pour la surveillance des pesticides dans l'air, incluant une liste socle de 77 substances prioritaires à surveiller, élaborée à partir d'une étude menée par l'Anses en 2017.

Le travail d'enquête sur les pratiques agricoles mené par la Chambre d'Agriculture de Bretagne en 2023 a permis de mettre en évidence que 54 substances appliquées autour du capteur de Mordelles ne figurent pas sur la liste socle de l'Anses.

L'objectif de cette étude était donc d'étudier la pertinence d'ajouter ces substances à la liste en 2025 afin de mieux refléter les spécificités du territoire breton. Pour ce faire, une méthode de hiérarchisation simplifiée a été élaborée, applicable à l'échelle régionale.

La principale limite rencontrée au cours de cette étude est la disponibilité des données qui variait selon les sous-critères. De plus, certaines substances sont facilement analysables, tandis que d'autres nécessitent un développement analytique préalable. Dans certains cas, la structure chimique de certaines molécules, comme le dicamba, rend leur analyse impossible. Enfin, l'absence de pondération entre les critères constitue une autre limite importante de cette méthode.

En revanche, son principal atout réside dans sa transférabilité : elle peut être utilisée par d'autres AASQA souhaitant entreprendre une révision de leur liste de pesticides. Par ailleurs, la méthode a été enrichie de deux approches complémentaires : une approche algorithmique basée sur les centiles et une approche par expertise, où les avis du groupe de travail ont été intégrés sans compromettre l'objectivité de l'étude.

Les résultats obtenus ont permis d'identifier **12 substances hautement prioritaires** (caractéristiques détaillées dans l'annexe II), 24 substances prioritaires (caractéristiques détaillées dans l'annexe III) et 18 substances non-prioritaires. Cette hiérarchisation s'est appuyée sur des critères spécifiques tels que la persistance des substances dans l'environnement, leur volatilité, les risques toxicologiques associés ou encore l'historique de recherche et de détection d'une substance.

Concernant les perspectives de cette étude, les premiers échanges avec les laboratoires ont souligné la nécessité de développer des méthodes analytiques pour intégrer certaines substances à la liste. La vérification de la capacité de piégeage des supports utilisés sera également requise. Ces travaux, conditionnés par la disponibilité des financements, sont prévus pour début 2025 en vue d'une révision de la liste la même année. Après un an de suivi de ce travail, une réévaluation des résultats est prévue afin d'affiner, corriger et vérifier la fiabilité de la méthode. **Les résultats de cette étude font partie intégrante de la thèse réalisée par Killian GUILLAUME intitulée « Pesticides dans l'air : Méthodologie pour l'étude des déterminants » en partenariat avec Air Breizh, contribuant ainsi à l'avancement des connaissances dans ce domaine.**



V. ANNEXES

Annexe I : Graphiques de dispersion des substances recherchées et non-recherchées des sous-critères quantitatifs de l'étude

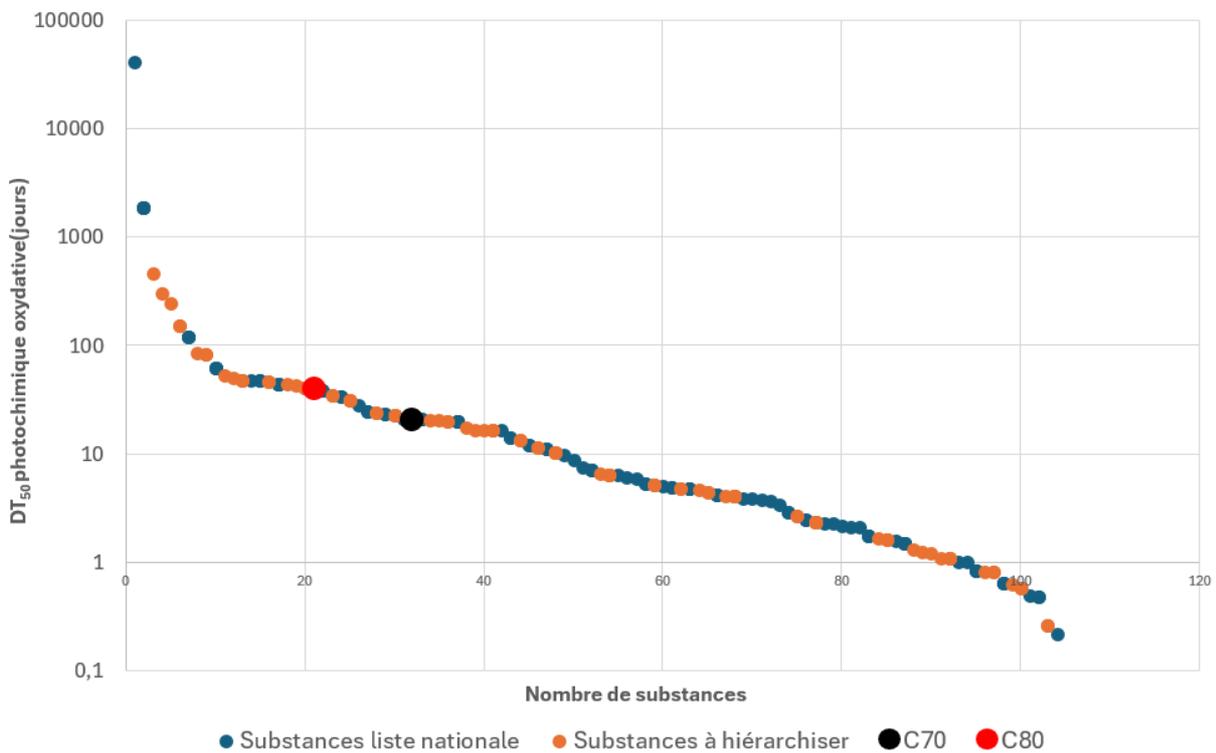


Figure 12 : Dispersion de la demi-vie dans l'air des 102 substances disposant d'une donnée (131 substances au total)

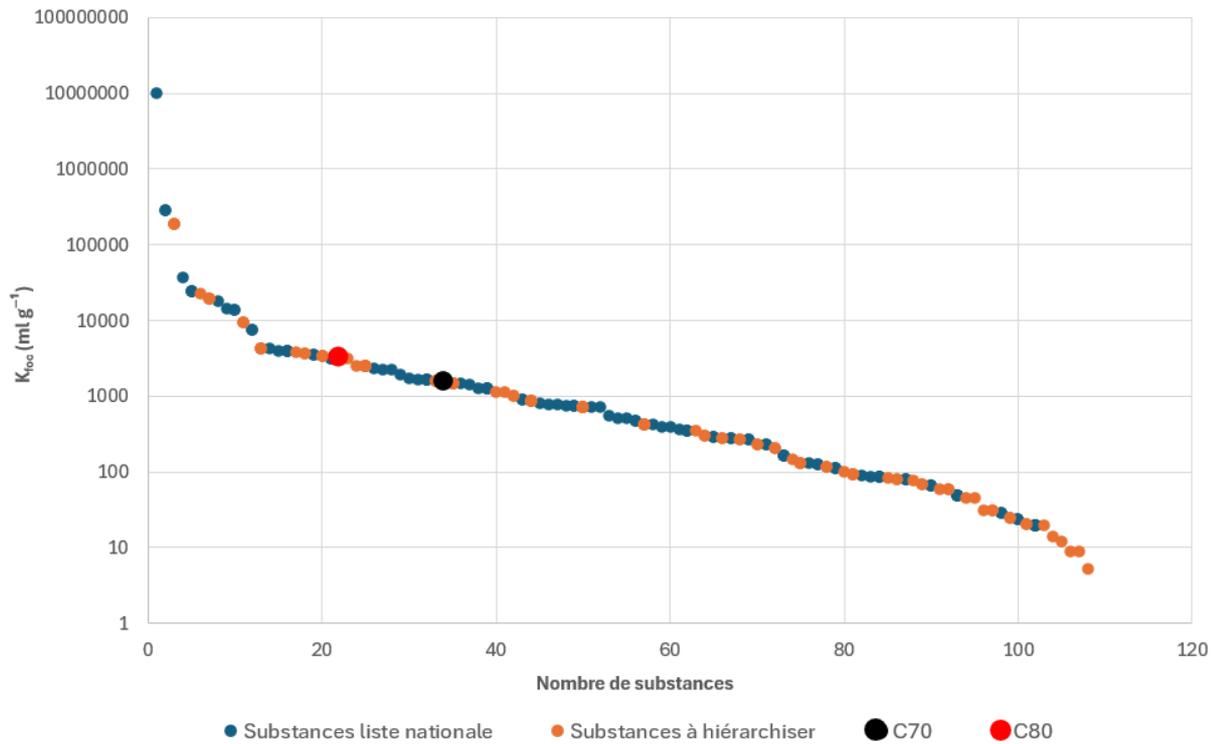


Figure 13 : Dispersion du coefficient de sorption des 106 substances disposant d'une donnée (131 substances au total)

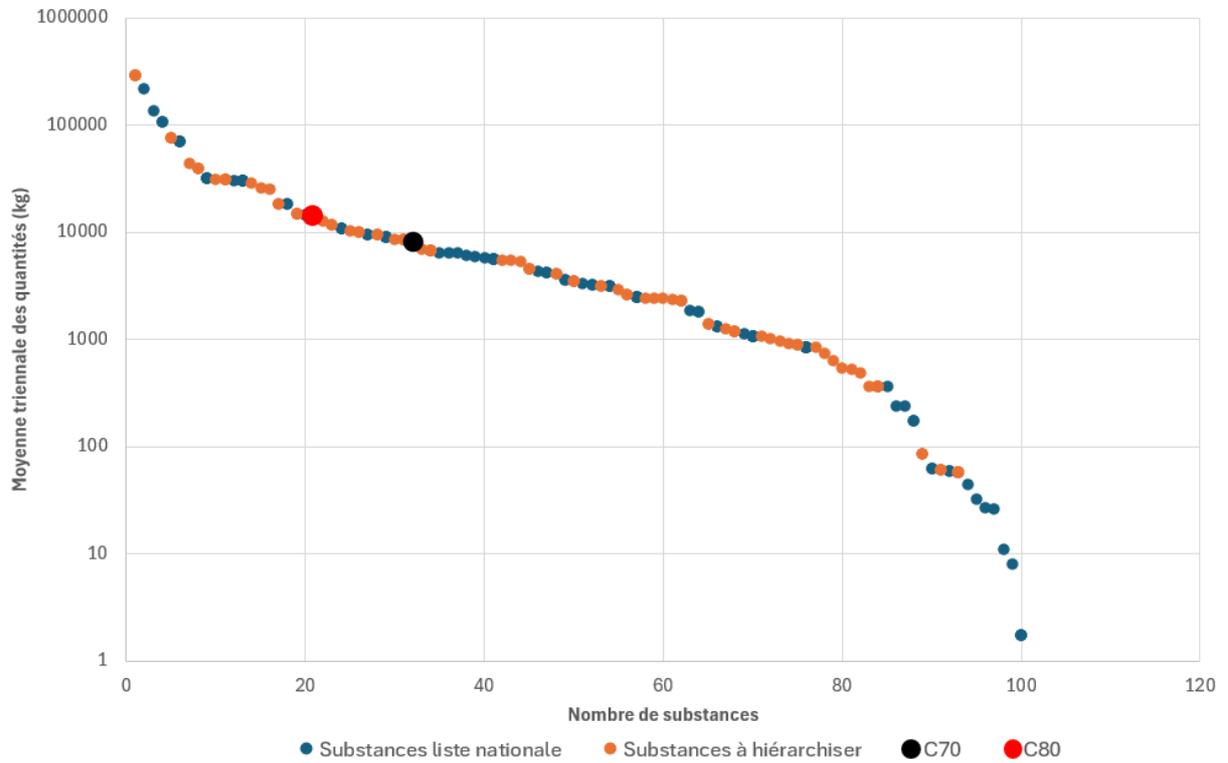


Figure 14 : Dispersion de la moyenne triennale des quantités vendues des 100 substances disposant d'une donnée (131 substances au total)

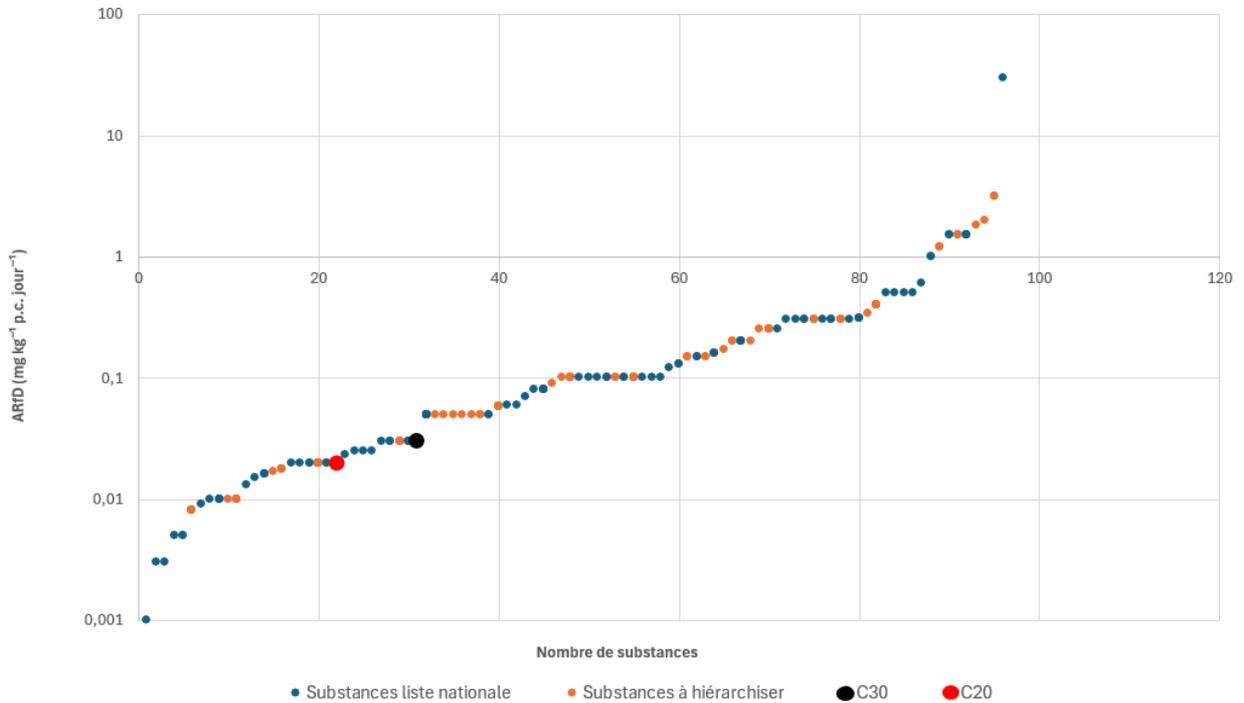


Figure 15 : Dispersion de l'ARfD des 94 substances disposant d'une donnée (131 substances au total)

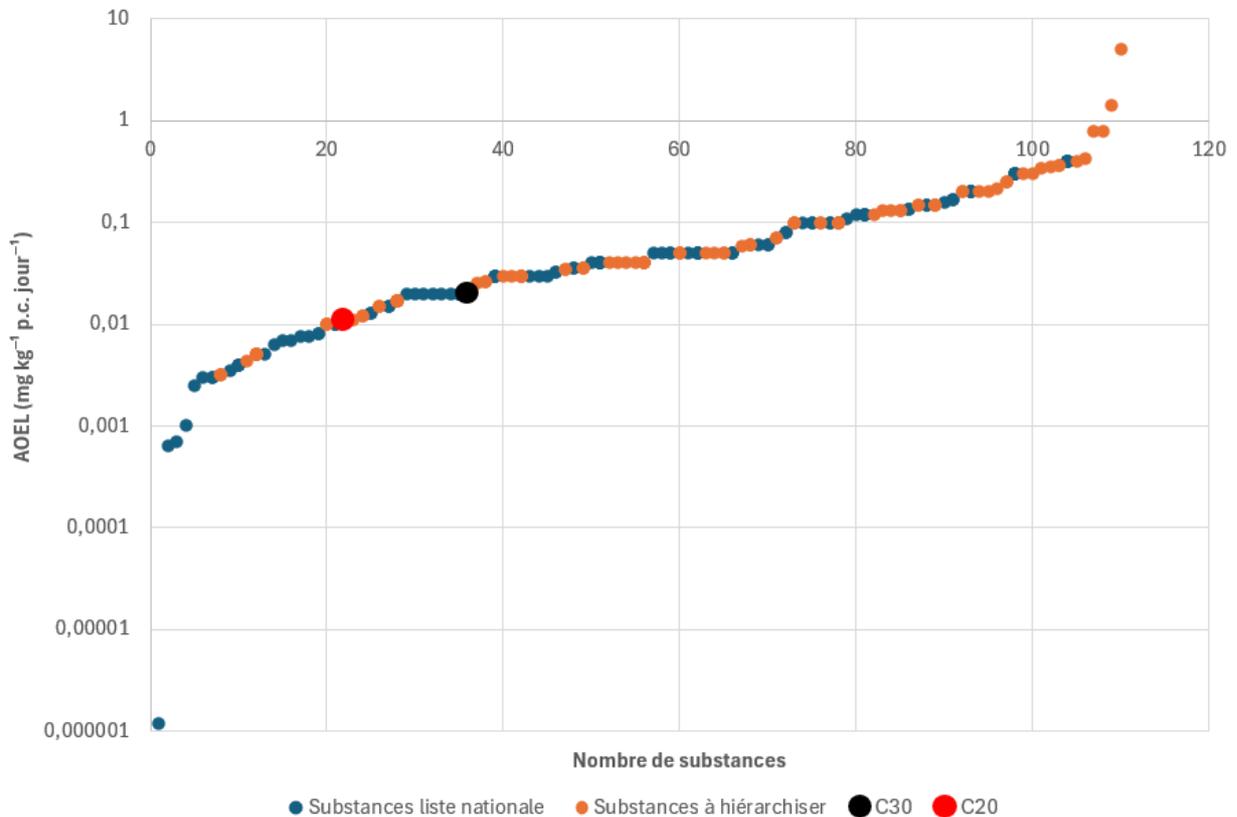


Figure 16 : Dispersion de l'AOEL sol des 108 substances disposant d'une donnée (131 substances au total)

Annexe II : Caractéristiques des substances hautement prioritaires

Benzovindiflupyr

Le benzovindiflupyr est un **fongicide** qui inhibe la succinate déshydrogénase (SDH), une enzyme clé de la respiration cellulaire. Il bloque ainsi la production d'énergie des champignons et stoppant leur développement. Il provoque un effet antigerminatif sur les spores (ACTA, 2023).

Historique	Non-recherchée en France
Usages (ACTA, 2023)	Grandes cultures (GC) : avoine, blé, orge, seigle, triticales Cultures porte-graine (CPG) : graminées fourragères et à gazon porte-graine
NODU	$\frac{2\,993\text{ kg}}{0,075\text{ kg/ha}} = 39\,912\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	2 590 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	707 kg
AMM (autorisation de mise sur le marché)	2016-2026

Bixafen

Le bixafen est un **fongicide** de la famille des pyrazoles-carboxamides, il inhibe l'enzyme succinate déshydrogénase, bloquant ainsi le processus respiratoire cellulaire essentiel à la survie des cellules. Il est actif sur un grand nombre de champignons se développant sur céréales (septorioses, rouilles, helminthosporiose, rynchosporiose). Il peut être utilisé en mélange (ACTA, 2023).

Historique	Non-recherchée en France
Usages (ACTA, 2023)	GC : avoine, blé, orge, seigle, triticales
NODU	$\frac{4\,705\text{ kg}}{0,11357896\text{ kg/ha}} = 41\,421\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	5 271 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	-922 kg
AMM	2013-2025

Dicamba

Le dicamba est un **herbicide** efficace contre les dicotylédones vivaces comme le liseron, le chardon, le rumex, ainsi que plusieurs dicotylédones annuelles telles que la fumeterre, les matricaires (camomille) et les renouées (ACTA, 2023).

Historique	Dernière recherche en France (DR FR) : 2022 (686 recherches) Dernière détection en France (DD FR) : 1 détection en 2012 Taux de détection par recherche en France (TD FR) : <1%
Usages (ACTA, 2023)	Traitements généraux : Désherbage avant mise en culture



	<p>GC : Brome, fétuque, fléole, ray-grass, maïs, millet, moha, prairies permanentes</p> <p>Cultures tropicales (CT) : canne à sucre</p> <p>Plantes à parfum, aromatique et médicinales (PPAM) : camomille, origan, sarriette et thym</p>
NODU	$\frac{32\,435\text{ kg}}{0,45\text{ kg/ha}} = 72\,066\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	30 832 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	2 257 kg
AMM	2009-2027

Flufénacet

Il s'agit d'un **herbicide** efficace contre les graminées annuelles et les dicotylédones, en bloquant la croissance des racines et des parties aériennes en inhibant l'allongement cellulaire des méristèmes (zones de croissance). Il peut être utilisé en mélange (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2022 (527 recherches) DD FR : 2022 (56 détection) TD FR : 11%
Usages (ACTA, 2023)	GC : blé, orge, épeautre, triticale, tritordeum, riz, seigle
NODU	$\frac{25\,632\text{ kg}}{0,29328602\text{ kg/ha}} = 87\,395\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	25 216 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	3 040 kg
AMM	2004-2025

Fluxapyroxad

Le fluxapyroxad est un **fongicide** qui inhibe la succinate déshydrogénase (SDH), une enzyme clé de la chaîne respiratoire mitochondriale des cellules fongiques. Il bloque à la fois la production d'énergie (ATP) et la synthèse de métabolites essentiels comme les acides aminés, lipides et acides gras, perturbant ainsi le fonctionnement cellulaire. Il peut être utilisé en mélange (ACTA, 2023).

Historique	Non-recherchée en France.
Usages (ACTA, 2023)	<p>GC : avoine, blé, épeautre, triticale, orge, seigle, tritordeum</p> <p>Cultures fruitières (CF) : abricotier, nectarinier, pêcher, cognassier, nashi, pommette, pommier, poirier</p> <p>CT : manguier</p> <p>Viticulture</p>
NODU	$\frac{7\,692\text{ kg}}{0,11667547\text{ kg/ha}} = 65\,929\text{ ha}$



Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	8 475 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	-1073 kg
AMM	2013-2025

Glyphosate

Il s'agit d'un **herbicide** qui est inactivé au contact du sol, mais absorbé par les feuilles et transporté par la sève jusqu'aux racines et rhizomes. Il bloque la biosynthèse des acides aminés aromatiques, agissant ainsi sur presque toutes les adventices, annuelles ou vivaces. Non-sélectif, il est efficace contre des plantes vivaces comme le chiendent, la renouée et le liseron (ACTA, 2023).

Historique	Non-recherchée en France
Usages (ACTA, 2023)	Traitements généraux : zones cultivées et non cultivées GC : blé, céréales, orge Cultures légumières (CL) CF : abricotier, amandier, cerisier, châtaignés, oranger... CPG : carotte, trèfle violet, luzerne CT : avocatier, bananier Viticulture
NODU	$\frac{285\,582\text{ kg}}{1,77980093\text{ kg/ha}} = 160\,457\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	287 810 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	- 55 851 kg
AMM	2017-2033

Iodosulfuron-méthyl-sodium

Il s'agit d'un **herbicide** efficace contre des graminées comme la vent des champs, le ray-grass, le alpiste et la pâturin, ainsi que contre de nombreuses dicotylédones telles que le chardon des champs, le gaillet gratteron, le lamier, la camomille sauvage, la mouron des oiseaux et le radis sauvage. Il est utilisé en mélange seulement (ACTA, 2023).

Historique	Très peu recherchée en France (62 recherches en 2017 pour la dernière fois)
Usages (ACTA, 2023)	GC : Blé, épeautre, seigle, triticale
NODU	$\frac{899\text{ kg}}{0,009762\text{ kg/ha}} = 92\,061\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	893 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	-11 kg
AMM	2004-2032

Mefentrifluconazole

Le mefentrifluconazole est un **fongicide** qui agit en inhibant une enzyme clé, la 14 α -déméthylase (CYP51), essentielle à la biosynthèse de l'ergostérol, un composant crucial des membranes des champignons. Cette inhibition perturbe la formation des parois cellulaires fongiques, ce qui altère la croissance des hyphes mycéliens, entraînant ainsi la mort du champignon (activité curative). Le produit est systémique, circulant à l'intérieur de la plante avec une systémie locale et acropétale, et il agit contre un large éventail de champignons (ACTA, 2023).

Historique	Non-recherchée en France
Usages (ACTA, 2023)	GC : avoine, betterave, blé, épeautre, triticale, tritordeum, maïs, colza, millet, sorgho, moha, miscanthus, tournesol, orge CL : maïs, pomme de terre CF : abricotier, nectarinier, pêcher, cognassiers, nashi, néflier, poirier, pommette, pommier
NODU	$\frac{11\,424\text{ kg}}{0,13199079\text{ kg/ha}} = 86\,551\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	11 701 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	-56 kg
AMM	2019-2029

Metrafenone

La métrafenone est un **fongicide** efficace à la fois en prévention, en curatif et contre la sporulation. En traitement préventif, elle bloque la formation des appressoria (structures d'infection). En curatif, elle inhibe la sporulation en empêchant la différenciation des spores et provoque des malformations du mycélium. Après pénétration dans la cuticule, elle présente un mouvement acropétal modéré dans le xylème et une activité translaminaire (à travers les feuilles). La métrafenone est utilisée pour lutter contre l'oïdium de la vigne, ainsi que l'oïdium et le piétin-verse des céréales (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2019 (1203 recherches) DD FR : - TD FR : - DR Bretagne : 2014 (24 recherches) DD Bretagne : - TD Bretagne : -
Usages (ACTA, 2023)	GC : blé, orge, épeautre, triticale, tritordeum, avoine Cultures légumières et fruitières : aubergines, poivrons, tomates, cornichon, courgettes, potiron, concombre, melon, pastèque, potirons Cultures ornementales : cultures florales et plantes vertes, rosier Viticulture
NODU	$\frac{345\text{ kg}}{0,14512298\text{ kg/ha}} = 2\,378\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	482 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	-474 kg



AMM	2007-2039
-----	-----------

Terbutylazine

La terbutylazine est un **herbicide** utilisé pour lutter contre les graminées et les adventices à feuilles larges dans diverses situations, y compris l'exploitation forestière, et pour lutter contre les algues, les champignons et les bactéries formant de la vase dans des situations non agricoles (PPDB - University of Hertfordshire, s. d.-b)

Historique	DR FR : 2012 (6244 recherches) DD FR : 2022 (563 détections) TD FR : 9% DR Bretagne : 2019 (206 recherches) DD Bretagne : 2019 (9 détections) TD Bretagne : 4,4%
Usages (PPDB - University of Hertfordshire, s. d.-b)	GC : Maïs ; Sorgho ; Arboriculture : Pommes ; Agrume ; Vignes Sites non agricoles, y compris les routes, les chemins de fer, les sites industriels
NODU	$\frac{32\ 094\ kg}{0,33\ kg/ha} = 97\ 253\ ha$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	38 902 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	-11 338 kg
AMM	2012-2027

Thifensulfuron-méthyle

Il s'agit d'un **herbicide**, rapidement dégradé dans le sol, il est absorbé à la fois par les feuilles et les racines des plantes. Il agit de manière systémique en bloquant la division cellulaire, ce qui inhibe la croissance des plantes en perturbant la synthèse des acides aminés ramifiés. Il est efficace contre un large spectre de dicotylédones, incluant les Composées, Crucifères, Lamiers, Ombellifères, Renouées, Rumex et Véroniques. Il peut être utilisé en mélange (ACTA, 2023).

Historique	Non-recherchée en France
Usages (ACTA, 2023)	GC : blé, avoine, orge, triticale, seigle, dactyle, fétuque élevée, luzerne, ray-grass CPG : dactyle, fétuque élevée, luzerne, ray-grass
NODU	$\frac{2\ 224\ kg}{0,05147183\ kg/ha} = 43\ 212\ ha$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	2 392 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	-353 kg
AMM	2002-2031

Tribénuron-méthyle

Cet **herbicide** est absorbé par les feuilles et les racines, et se déplace systématiquement vers les zones de croissance des plantes. Il agit en inhibant l'enzyme acétolactate synthase (ALS), bloquant ainsi la synthèse des acides aminés ramifiés, ce qui entraîne l'arrêt de la croissance des adventices, puis leur destruction totale. Il est efficace contre de nombreuses dicotylédones annuelles et vivaces, comme l'alchémille, l'anthémis, le bleuet, le céraiste, les chardons, le coquelicot, les crucifères, le lamier, les matricaires, les ombellifères, la pensée sauvage, les renouées (des oiseaux et liseron), le rumex, la stellaire et la véronique de Perse. Il peut être utilisé en mélange (ACTA, 2023).

Historique	Très peu recherchée en France (41 recherches en 2012 pour la dernière fois)
Usages (ACTA, 2023)	GC : blé, seigle, épeautre, orge, tournesol, tritordeum, triticale, avoine
NODU	$\frac{473 \text{ kg}}{0,022 \text{ kg/ha}} = 18\,619 \text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	526 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	-98 kg
AMM	2006-2034

Annexe III : Caractéristiques des substances prioritaires

Azoxystrobine

L'azoxystrobine est un **fongicide** qui agit au niveau mitochondrial des champignons pour bloquer leur respiration et stopper la production d'énergie. Elle est efficace en prévention contre un large spectre de pathogènes, avec une action persistante et redistribuable dans la plante, sans impact sur la qualité du vin. Elle peut être utilisée en mélange (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2022 (3923 recherches) DD FR : 2022 (103 détections) TD FR : 3% DR Bretagne : 2019 (206 recherches) DD Bretagne : - TD Bretagne : -
Usages (ACTA, 2023)	GC : blé, maïs, orge, colza, seigle, épeautre, cameline, moutarde, chanvre, lin, navette, triticale, féverole, lupin, pois protéagineux CL : oignons, ail, asperges, aubergine, échalotes, artichauts, cardon, concombre, cornichon, brocolis, choux... CPG : betterave, cultures florales et potagères PPAM : ciboule, stevia, pavot... Zones non agricoles : gazons de graminées Cultures ornementales (CO) : arbres et arbustes
NODU	$\frac{21\,301\,kg}{0,23675172\,kg/ha} = 89\,972\,ha$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	18 556 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	5 438 kg
AMM	2012-2027

Bromuconazole

Le Bromuconazole est un **fongicide** qui permet de contrôler les espèces de Fusarium productrices de mycotoxines. Il est utilisé en mélange (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2016 (597 recherches) DD FR : - TD FR : - DR Bretagne : 2014 (24 recherches) DD Bretagne : - TD Bretagne : -
------------	---



Usages (ACTA, 2023)	GC : Tritordeum, blé, épeautre, triticales CPG : maïs
NODU	$\frac{4\,175\text{ kg}}{0,29552565\text{ kg/ha}} = 14\,128\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	3 461 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	1 234 kg
AMM	2011-2027

Chlorantraniliprole

Le chlorantraniliprole est un **insecticide** qui cible les récepteurs à ryanodine des insectes, provoquant la paralysie et la mort par épuisement des réserves de calcium, avec une efficacité notable sur les Lépidoptères et certains Diptères et Coléoptères, principalement en tant qu'ovicide, larvicide et ovo-larvicide (ACTA, 2023).

Historique	Non-recherchée en France
Usages (ACTA, 2023)	GC : maïs CL : épinard, chicorée, tomates, aubergines, roquette, feuilles de bettes ... CPG : cultures potagères porte-graine, maïs Zones non agricoles : gazons de graminées PPAM : menthe
NODU	$\frac{556\text{ kg}}{0,02712327\text{ kg/ha}} = 20\,492\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	638 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	- 201 kg
AMM	2014-2027

Chlorméquat chlorure

Il s'agit d'un **régulateur de croissance** qui agit principalement sur la longueur des entre-nœuds et des pétioles sur la teneur en chlorophylle des plantes. Il peut être utilisé en mélange (ACTA, 2023).

Historique	Non-recherchée en France
Usages (ACTA, 2023)	GC : avoine, blé, épeautre, seigle, orge, triticales
NODU	$\frac{26\,520\text{ kg}}{1,38402533\text{ kg/ha}} = 19\,162\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	28 838



Evolution des ventes (2021-2023)	- 7 619 kg
AMM	2009-2027

Chlorotoluron

Le chlorotoluron est un **herbicide** qui agit par absorption racinaire et foliaire sur un grand nombre de mauvaises herbes (vulpin, ray-grass, pâturin, ivraie raide). Il détruit également les plantules de nombreuses dicotylédones. Son champ d'activité étant plus large en post-levée qu'en pré-levée (ACTA, 2023).

Historique	Non-recherchée en France
Usages (ACTA, 2023)	GC : blé, épeautre, tritordeum, orge, triticales CPG : brome, dactyle, fétuque, lupin
NODU	$\frac{29\,037\text{ kg}}{1,81961612\text{ kg/ha}} = 15\,958\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	25 841 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	6 634 kg
AMM	2006-2026

Clodinafop propargyl

Il s'agit d'un **herbicide** qui est principalement absorbé par les feuilles, puis rapidement transporté dans la plante ; il s'accumule dans les tissus méristématiques. La croissance des graminées sensibles est stoppée dans les 48 heures suivant l'application, puis un dépérissement des zones de croissance intervient dans un délai de 2 à 4 semaines. Les adventices sont complètement détruites au bout de 4 à 6 semaines. Il est utilisé en mélange uniquement (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2019 (1266 recherches) DD FR : 2012 (9 détections) TD FR : 1% DR Bretagne : 2019 (95 recherches) DD Bretagne : - TD Bretagne : -
Usages (ACTA, 2023)	
NODU	$\frac{855\text{ kg}}{0,06\text{ kg/ha}} = 14\,255\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	834 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	15 kg
AMM	2007-2025

Clopyralid

Cet **herbicide** à action auxinique, absorbé par les feuilles avec des propriétés systémiques ascendantes et descendantes, perturbe la croissance cellulaire et est particulièrement efficace contre les Composées, Légumineuses, Ombellifères et Polygonacées, se dégradant rapidement dans le sol mais pas dans les pailles des céréales traitées (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2019 (1049 recherches) DD FR : 2014 (1 détection) TD FR : <1% DR Bretagne : 2014 (24 recherches) DD Bretagne : - TD Bretagne : -
Usages (ACTA, 2023)	GC : betterave, colza, lin, maïs, sorgho, cameline, moutarde, navette, millet... CL : betterave, navets, rutabagas, épinard... CPG : betterave, choux, navets, lin... PPAM : sésame, bourrache, fines herbes
NODU	$\frac{4\,725\text{ kg}}{0,1253172\text{ kg/ha}} = 37\,704\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	4 045 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	1 035 kg
AMM	2007-2036

Ethephon

Il s'agit d'un **régulateur de croissance**. Doté de propriétés systémiques, il pénètre dans la plante et migre dans les tissus où il est progressivement décomposé en éthylène qui agit sur la croissance et le développement des plantes. Son application par pulvérisation du feuillage ou arrosage du sol produit des effets très divers : induction florale, nanification (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2022 (229 recherches) DD FR : - TD FR : -
Usages (ACTA, 2023)	GC : blé, lin, orge, seigle, triticale CL : tomates CF : cerisier, pêcher, poirier, pomme à cidre, pomme à couteau, pommettes, prunier CPG : carotte, oignons, chanvre... CO : cultures florales CT : ananas Viticulture : raisins de cuve et de table
NODU	$\frac{12\,397\text{ kg}}{0,66069988\text{ kg/ha}} = 18\,763\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	10 135 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	3 673 kg
AMM	2007-2039

Fenpicoxamide

C'est un **fongicide** récemment commercialisé de la famille des Qil (Quinone inside inhibitors). Il agit sur la respiration au niveau des mitochondries (ACTA, 2023).

Historique	Non-recherchée en France
Usages (ACTA, 2023)	GC : Blé, épeautre, triticales, seigle.
NODU	$\frac{1\ 810\ kg}{0,1\ kg/ha} = 18\ 095\ ha$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	923 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	1 674 kg
AMM	2018-2028

Florasulame

La florasulame est un **herbicide** qui agit à la fois par voie foliaire et racinaire en bloquant la synthèse des acides aminés. Il est efficace contre de nombreuses dicotylédones annuelles. Il peut être utilisé en mélange (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2019 (1395 recherches) DD FR : 2013 (1 détection) TD FR : <1% DR BZH : 2014 (24 recherches) DD BZH : - TD BZH : -
Usages (ACTA, 2023)	Avoine, blé, seigle, orge, avoine, blé brome, orge, ray-grass, fléole, fétuque, triticales, tritordeum...
NODU	$\frac{552\ kg}{0,00542524\ kg/ha} = 101\ 691\ ha$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	546 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	44 kg
AMM	2002-2030

Halauxifène-méthyl

C'est un **herbicide** de mode d'action auxinique qui agit comme un mimétique de l'acide indolacétique (AIA) en perturbant la régulation de l'auxine. Absorbé principalement par voie foliaire, il est efficace contre de nombreuses dicotylédones. Il est utilisé uniquement en mélange (ACTA, 2023).

Historique	Non-recherchée en France
Usages (ACTA, 2023)	CG : Blé, orge



NODU	$\frac{396 \text{ kg}}{0,00733219 \text{ kg/ha}} = 54\,022 \text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	367 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	82 kg
AMM	2015-2025

Isoxaflutole

L'isoxaflutole est un **herbicide**. Absorbé par les racines, il agit comme inhibiteur de la synthèse des caroténoïdes. Il est efficace contre de nombreuses graminées et dicotylédones (morelle, chénopodes, amarantes, datura, renouée persicaire, ravenelle, stellaire, panic, sétaire et digitale). Persistance d'action de 8 à 10 semaines. Il est utilisé uniquement en mélange (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2019 (1168 recherches) DD FR : - TD FR : - DR BZH : 2014 (24 recherches) DD BZH : - TD BZH : -
Usages (ACTA, 2023)	GC : Maïs (fourrage, grains) CL : Maïs doux
NODU	$\frac{794 \text{ kg}}{0,0997109 \text{ kg/ha}} = 7\,960 \text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	969 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	-301 kg
AMM	2003-2034

Mesosulfuron methyl

Il s'agit d'un **herbicide** efficace contre les graminées et les crucifères (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2017 (103 recherches) DD FR : 2012 TD FR : 1%
Usages (ACTA, 2023)	GC : blé, seigle
NODU	$\frac{991 \text{ kg}}{0,015 \text{ kg/ha}} = 66\,067 \text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	1 007 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	- 73 kg
AMM	2004-2032

Mesotrione

Cet **herbicide** agit en inhibant l'enzyme HPPD dans les chloroplastes, provoquant un blanchiment et un blocage de la croissance des adventices avant leur disparition. Efficace contre une large gamme de dicotylédones et certaines graminées annuelles, il agit par voie foliaire et racinaire, avec une action antigerminative permettant de contrôler les levées post-traitement dans des conditions humides. Il possède une bonne systémie via le phloème et le xylème. Elle peut être utilisée en mélange (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2019 (197 recherches) DD FR : - TD FR : -
Usages (ACTA, 2023)	GC : colza, lin, sorgho, maïs, millet, moha CL : maïs CPG : choux, brocolis, maïs, sarrasin CT : canne à sucre PPAM : pavot
NODU	$\frac{32\,835\text{ kg}}{0,11397959\text{ kg/ha}} = 288\,075\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	30 895 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	2 361 kg
AMM	2003-2032

Metconazole

C'est un **fongicide** inhibiteur de la biosynthèse de l'ergostérol. Il est systémique et possède une action préventive et curative. Il peut être utilisé en mélange (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2012 (2229 recherches) DD FR : 2014 (9 détections) TD FR : <1% DR BZH : 2014 (11 recherches) DD BZH : - TD BZH : -
Usages (ACTA, 2023)	GC : avoine, blé, épeautre, chanvre, lin, colza, navette, féverole, lotier, luzerne, sainfoin, trèfle, moutarde, orge, pois fourrager, seigle, triticale, tritordeum, vesce CL : fèves, lima, pois écossés, flageolets, niébé CT : pois sabre
NODU	$\frac{5\,408\text{ kg}}{0,08593899\text{ kg/ha}} = 62\,930\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	5 437 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	185 kg
AMM	2007-2031

Nicosulfuron

Cet **herbicide**, absorbé principalement par les feuilles, est transporté par le phloème et le xylème, bloquant la synthèse d'acides aminés essentiels à la division cellulaire et à la croissance des adventives. Il provoque un jaunissement suivi de nécroses, entraînant la destruction progressive des mauvaises herbes. Appliqué en post-levée du maïs, il est efficace contre les graminées annuelles, les dicotylédones, et certaines vivaces, avec une faible persistance dans le sol (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2022 (426 recherches) DD FR : 2018 (1 détection) TD FR : <1%
Usages (ACTA, 2023)	GC : maïs fourrage et grain CPG : maïs
NODU	$\frac{8\,324\text{ kg}}{0,06\text{ kg/ha}} = 138\,740\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	8 538 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	-306 kg
AMM	2009-2027

Phenmediphame

Il s'agit d'un **herbicide** qui agit principalement par absorption foliaire. Il agit sur la photosynthèse. La lumière et la chaleur accélèrent son action herbicide. Il est doté d'une excellente sélectivité pour les betteraves sucrières, fourragères et potagères. Son efficacité est bonne sur un grand nombre de dicotylédones au stade plantule. Elle est renforcée par l'adjonction d'une huile. Il peut être utilisé en mélange (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2022 (822 recherches) DD FR : 2022 (9 détections) TD FR : <1%
Usages (ACTA, 2023)	CG : betterave CL : betterave, épinard, fraisier CPG : épinard PPAM : chardon, estragon, persil...
NODU	$\frac{2\,349\text{ kg}}{0,95500511\text{ kg/ha}} = 2\,459\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	2 344 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	63 kg
AMM	2005-2025

Piclorame (acide)

Le piclorame est un **herbicide** persistant pour la lutte contre les mauvaises herbes à feuilles larges dans les zones non cultivées et les zones utilitaires (PPDB - University of Hertfordshire, s. d.-a). Elle est utilisée en mélange (ACTA, 2023).



Historique	DR FR : 2022 (788 recherches) DD FR : - TD FR : - DR BZH : 2019 (17 recherches) DD BZH : - TD BZH : -
Usages (ACTA, 2023)	Colza
NODU	$\frac{180 \text{ kg}}{0,024 \text{ kg/ha}} = 7\,517 \text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	170 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	54 kg
AMM	2009-2028

Picolinafen

Le picolinafen est un **herbicide** absorbé principalement par le système foliaire, mais aussi racinaire. Il possède à la fois une action de contact et de systémie, se déplaçant vers les zones de croissance qu'il détruit. Il perturbe la synthèse des caroténoïdes, entraînant la destruction de la chlorophylle et de la photosynthèse. Il provoque le blanchissement des dicotylédones sensibles, puis leur destruction complète en 4 à 6 semaines. Il peut être utilisé en mélange (ACTA, 2023).

Historique	Non-recherchée en France
Usages (ACTA, 2023)	GC : blé, orge, triticales, tritordeum
NODU	$\frac{1\,270 \text{ kg}}{0,027927596 \text{ kg/ha}} = 45\,485 \text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	1 401 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	-356 kg
AMM	2002-2031

Pinoxaden

Le pinoxaden est un **herbicide** absorbé par les feuilles, le pinoxaden inhibe rapidement la division cellulaire des méristèmes racinaires et apicaux. La croissance de la plante est immédiatement stoppée, la dernière feuille en croissance se nécrose rapidement à la base. Les premiers symptômes se manifestent généralement au bout d'une à deux semaines et les adventices sont détruites au bout de 4 à 6 semaines. Dans les produits formulés, le pinoxaden est associé à un phytoprotecteur afin de procurer une bonne sélectivité vis-à-vis des céréales traitées. Antigaminées foliaires de post-levée, il est efficace contre ray-grass, vulpin, folle avoine, agrostis, phalaris, avoine à chapelets et pâturin commun (ACTA, 2023).

Historique	Non-recherchée en France
Usages (ACTA, 2023)	GC : orge, blé, seigle, triticales



NODU	$\frac{5\,552\text{ kg}}{0,06\text{ kg/ha}} = 92\,528\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	5 446 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	350 kg
AMM	2016-2026

Prothioconazole

Il s'agit d'un **fongicide** rapidement absorbé par le végétal, le prothioconazole est doté de propriétés systémiques : il migre lentement dans la plante et son action est essentiellement préventive. Il en résulte une répartition très régulière de la substance active dans les organes végétaux traités. Le mécanisme d'action biochimique repose sur l'inhibition de la biosynthèse des stérols (IBS), composant principal des membranes cellulaires du phytopathogène. Le prothioconazole est actif sur un grand nombre de champignons des plantes cultivées, dont les maladies des céréales (fusariose) et les maladies du colza (cylindrosporiose, sclérotiniose). Elle peut être utilisée en mélange (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2022 (403 recherches) DD FR : - TD FR : -
Usages (ACTA, 2023)	GC : avoine, blé, épeautre, triticale, cameline, chanvre, colza, lin, moutarde, orge, navette, seigle PPAM : bourrache, sésame
NODU	$\frac{43\,138\text{ kg}}{1,20701445\text{ kg/ha}} = 35\,739\text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	43 930 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	1 104 kg
AMM	2008-2025

Pyraclostroline

Ce **fongicide** agit en inhibant un complexe qui intervient dans le mécanisme de respiration mitochondriale. Elle bloque la production d'ATP du pathogène entraînant la mort des champignons. Elle est disponible rapidement et durablement sur le site d'action. Une heure après application, elle est à l'abri des pluies et est pleinement efficace. Son champ d'activité est extrêmement large et permet de combattre de nombreux champignons sur plus de soixante cultures (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2022 (1766 recherches) DD FR : 2019 (2 détections) TD FR : - DR BZH : 2014 (11 recherches) DD BZH : - TD BZH : -
Usages (ACTA, 2023)	GC : avoine, blé, épeautre, triticale, orge, seigle, tritordeum CF : olivier, oranger, poirier ZNA : gazons de graminées
NODU	$\frac{12\,027\text{ kg}}{0,21370806\text{ kg/ha}} = 56\,275\text{ ha}$



Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	12 808 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	-749 kg
AMM	2004-2025

Tau fluvalinate

Il s'agit d'un **insecticide** synthétisé à partir de valine (acide aminé). Il agit par contact et ingestion sur un grand nombre d'insectes à des doses très faibles. Il possède également une action acaricide. Il peut être utilisé en mélange (ACTA, 2023).

Historique	DR FR : 2019 (1991 recherches) DD FR : 2007 (6 détections) TD FR : - DR BZH : 2019 (206 recherches) DD BZH : - TD BZH : -
Usages (ACTA, 2023)	GC : avoine, blé, triticale, orge, seigle, cameline, épeautre, chanvre, lin, moutarde, tournesol... CL : artichaut, brocolis, choux de Bruxelles, haricots, pois... CF : néflier CPG CO Viticulture PPAM
NODU	$\frac{658 \text{ kg}}{0,04037429 \text{ kg/ha}} = 16\,302 \text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	746 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	-175 kg
AMM	2011-2027

Tritosulfuron

Cet **herbicide** bloque l'enzyme ALS qui intervient dans le cycle de biosynthèse des acides aminés essentiels : valine, leucine et isoleucine. Il bloque la croissance des adventices sensibles (ACTA, 2023). Le tritosulfuron n'est plus approuvé par la Commission européenne sur le marché par suite de la retraite de renouvellement du fabricant de la substance active (Commission européenne, 2024).

Historique	Non-recherchée en France
Usages (ACTA, 2023)	GC : avoine, blé, maïs, orge, seigle, sorgho, triticale CPG : maïs
NODU	$\frac{6\,780 \text{ kg}}{0,0499855 \text{ kg/ha}} = 135\,639 \text{ ha}$
Moyenne triennale des quantités de ventes en Bretagne (2021/2022/2023)	6 981 kg
Evolution des ventes (2021-2023)	7 kg
AMM	2008-2024

Annexe IV : Références bibliographiques

- ACTA. (2023). *Index acta phytosanitaire—59ème édition.*
- Anses. (2017). *Proposition de modalités pour une surveillance des pesticides dans l'air ambiant.* <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2014SA0200Ra.pdf>
- Anses. (2021). *Élaboration d'une liste de substances chimiques d'intérêt en raison de leur activité endocrine potentielle Méthode d'identification et stratégie de priorisation pour l'évaluation.* <https://www.anses.fr/fr/system/files/REACH2019SA0179Anx-1.pdf>
- Anses. (2023a). *Actualisation des données relatives aux substances phytopharmaceutiques de la famille des SDHI.* <https://www.anses.fr/fr/system/files/VSR2019SA0202Ra.pdf>
- Anses. (2023b, juillet). *Ré-autorisation de l'herbicide terbuthylazine : La surveillance des cours d'eau a permis d'ajuster les conditions d'utilisation.* https://vigilances.anses.fr/sites/default/files/VigilAnsesN20_Juin2023_Terbuthylazine.pdf
- CAB. (2023). *Acquisition de données pour la contextualisation et la valorisation des analyses de résidus phytopharmaceutiques dans l'air.*
- Commission européenne. (2024). *EU Pesticides Database—Active substances -Tritosulfuron.* <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances/details/186>
- ECHA. (2023). *Substance Information—ECHA - Terbuthylazine.* <https://echa.europa.eu/fr/substance-information/-/substanceinfo/100.025.125>
- EPA. (2006). *Pesticide Fact Sheet Metrafenone.* https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-000325_01-Sep-06.pdf
- Gouzy, A., & Farret, R. (2005). *Détermination des pesticides à surveiller dans le compartiment aérien : Approche par hiérarchisation.*
- Grébil, G., Novak, S., Perrin-Ganier, C., & Schiavon, M. (2001). *La dissipation des produits phytosanitaires appliqués au sol.*
- INERIS. (2001). *Pesticides dans l'air ambiant.*
- Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. (2020, janvier 7). *Qu'est-ce que le NODU ?* <https://agriculture.gouv.fr/quest-ce-que-le-nodu>
- OEB. (2020, novembre 18). *Analyse des ventes de produits et substances phytosanitaire en Bretagne / Observatoire de l'environnement en Bretagne.* <https://bretagne-environnement.fr/article/analyse-pression-phytosanitaire-bretagne>
- PPDB - University of Hertfordshire. (s. d.-a). *Piclorame.*
- PPDB - University of Hertfordshire. (s. d.-b). *Terbuthylazine.* <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/623.htm>
- Thomson, D., Pitt, D., & Buscarini, T. (1994). *Initial deposits and persistence of forest herbicide in sugar maple foliage.*
- Université Hertfordshire. (2024, avril). *Background and Support- General chemical properties related to environmental fate.*
- University of Hertfordshire. (2024). *Background and Support—Data interpretation.*

Annexe V : Présentation d'Air Breizh

Présentation générale

La surveillance de la qualité de l'air est assurée en France par des associations régionales, constituant le dispositif national représenté par la Fédération ATMO France.

Ces organismes, agréés par le Ministère de la Transition écologique et solidaire, ont pour missions de base, la mise en œuvre de la surveillance et de l'information sur la qualité de l'air, la diffusion des résultats et des prévisions, et la transmission immédiate au préfet et au public, des informations relatives aux dépassements ou prévisions de dépassements des seuils de recommandation et d'information du public et des seuils d'alerte.

En Bretagne, cette surveillance est assurée par Air Breizh depuis 1986.

Le réseau de mesure s'est régulièrement développé et dispose en 2024, de 15 stations de mesure, réparties sur le territoire breton, ainsi que d'un laboratoire mobile, de cabines et de différents préleveurs, pour la réalisation de campagnes de mesure ponctuelles.

L'impartialité de ses actions est assurée par la composition quadripartite de son Assemblée Générale regroupant quatre collèges :

- Collège 1 : services de l'Etat,
- Collège 2 : collectivités territoriales,
- Collège 3 : émetteurs de substances polluantes,
- Collège 4 : associations de protection de l'environnement et personnes qualifiées.

Missions

- **Surveiller les polluants urbains** nocifs (SO₂, NO₂, CO, O₃, Métaux lourds, HAP, Benzène, PM10 et PM2.5) dans l'air ambiant,
- **Informers la population, les services de l'Etat, les élus, les industriels...**, notamment en cas de pic de pollution. Diffuser quotidiennement l'indice ATMO, sensibiliser et éditer des supports d'information : plaquettes, site web...,
- **Etudier l'évolution de la qualité de l'air au fil des ans**, et vérifier la conformité des résultats par rapport à la réglementation.
- **Apporter son expertise sur des problèmes de pollutions spécifiques** et réaliser des campagnes de mesure à l'aide de moyens mobiles (laboratoire mobile, tubes à diffusion, préleveurs, jauges OWEN...) dans l'air ambiant extérieur et intérieur

Un observatoire régional de la qualité de l'air

La surveillance de la qualité de l'air pour les polluants réglementés est assurée via **des stations de mesures réparties au niveau des grandes agglomérations bretonnes**. Ce dispositif comptant une quarantaine d'analyseurs en continu, est complété par d'autres outils comme **l'inventaire spatialisé des émissions** et **la modélisation**, qui permettent d'assurer une meilleure couverture spatiale de notre région.



Révision de la liste des pesticides mesurés dans l'air en Bretagne surveillance pesticides



www.airbreizh.asso.fr

3 E, rue de Paris
Atalis 2,
35510 CESSON-SEVIGNE
Tél. 02 23 20 90 90