Campagne de mesure exploratoire des pesticides dans l'air ambiant sur trois sites Normands

Juin 2018 à mars 2020

Référence : rapport n°1410-002

Diffusion: Mars 2021

Atmo Normandie

3 Place de la Pomme d'Or, 76000 ROUEN

Tél.: +33 2.35.07.94.30 Fax: +33 2.35.07.94.40 contact@atmonormandie.fr



Avertissement

Atmo Normandie est l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Normandie. Elle diffuse des informations sur les problématiques liées à la qualité de l'air dans le respect du cadre légal et réglementaire en

vigueur et selon les règles suivantes :

La diffusion des informations vers le grand public est gratuite. Atmo Normandie est libre de leur diffusion selon

les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur

son site internet (www.atmonormandie.fr), ... Les documents ne sont pas systématiquement rediffusés en cas de

modification ultérieure.

Lorsque des informations sous quelque forme que ce soit (éléments rédactionnels, graphiques, cartes,

illustrations, photographies...) sont susceptibles de relever du droit d'auteur elles demeurent la propriété

intellectuelle exclusive de l'association. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle de ces

informations faites sans l'autorisation écrite d'Atmo Normandie est illicite et constituerait un acte de contrefaçon

sanctionné par les articles L.335-2 et suivants du Code de la Propriété Intellectuelle.

Pour le cas où le présent document aurait été établi pour partie sur la base de données et d'informations fournies

à Atmo Normandie par des tiers, l'utilisation de ces données et informations ne saurait valoir validation par

Atmo Normandie de leur exactitude. La responsabilité d'Atmo Normandie ne pourra donc être engagée si les

données et informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées, quelles qu'en soient les

répercussions.

Atmo Normandie ne peut en aucune façon être tenue responsable des interprétations, travaux intellectuels et

publications diverses de toutes natures, quels qu'en soient les supports, résultant directement ou indirectement

de ses travaux et publications.

Les recommandations éventuellement produites par Atmo Normandie conservent en toute circonstance un

caractère indicatif et non exhaustif. De ce fait, pour le cas où ces recommandations seraient utilisées pour

prendre une décision, la responsabilité d'Atmo Normandie ne pourrait en aucun cas se substituer à celle du

décideur.

Toute utilisation totale ou partielle de ce document, avec l'autorisation contractualisée d'Atmo Normandie, doit

indiquer les références du document et l'endroit où ce document peut être consulté.

Rapport n° 1410-002

Le 08 mars 2021,

Le responsable du pôle Campagnes de

La rédactrice, mesure et exploitation des données,

Anne FRANCOIS DUBOC Sébastien LE MEUR

Atmo Normandie – 3, Place de la Pomme d'Or - 76000 ROUEN

Tél.: 02 35 07 94 30 - mail: contact@atmonormandie.fr

www.atmonormandie.fr

Résumé

Avant 2018, des mesures de résidus de pesticides dans l'air ambiant ont été réalisées de façon épisodique en Normandie dans des contextes très variés.

A l'inverse dans d'autres régions (Région Sud, Grand Est, Centre, Nouvelle Aquitaine...) un suivi plus structuré des pesticides a été mis en place depuis de nombreuses années et a permis la constitution d'une base de données nationale nommée PhytAtmo.

Plus récemment, la campagne nationale de mesure exploratoire des résidus de pesticides dans l'air ambiant qui s'est déroulée de juin 2018 à mars 2020 (incluant trois sites normands) a pour la première fois en France permis de recueillir des éléments de connaissance précieux avec un cadrage national (ANSES, INERIS, AASQA, Fédération ATMO FRANCE). En Normandie, il a par ailleurs été décidé de constituer un groupe de travail régional afin d'apporter une vision locale sur cette thématique (réflexion sur le choix des sites au niveau régional, analyse locale des résultats...). Cette organisation a contribué à consolider et harmoniser la méthodologie pour le suivi de ces substances.

L'harmonisation a porté sur les points suivants : liste commune de 75 molécules, choix d'une typologie de fond (soit pour la Normandie : 3 emplacements dont 2 ruraux et un urbain, hors proximité directe du champs), focalisation sur les principaux profils agricoles (pour la Normandie le choix s'est porté sur le maraichage et les grandes cultures), harmonisation des méthodes de prélèvement, choix d'un même laboratoire d'analyse, saisie des données dans la base Phytatmo, interprétation des résultats et accès des résultats au public.

La campagne de mesure exploratoire a permis d'identifier les 8 substances les plus fréquemment quantifiées (de 20% à 80%) dans l'air sur les sites normands de la campagne. Il s'agit de la Pendimethaline, du Glyphosate¹, du Triallate, du Prosulfocarbe et du S-Metolachore pour les herbicides; du Lindane (interdit) et du Chlorpyriphos methyl pour les insecticides, et enfin du Chlorothalonil dans la famille des fongicides. Cinq de ces substances enregistrent par ailleurs les plus fortes concentrations (> 0.2 ng/m³ en moyennes). Ce n'est pas le cas du Lindane et du Glyphosate qui sont détectés à de très faibles concentrations.

En l'absence de valeurs de références réglementaires et sanitaires sur les données de pesticides dans l'air, la comparaison avec la France métropolitaine permet de situer les résultats régionaux. D'une façon générale, les résultats de Normandie coïncident avec ceux de la France métropolitaine (mis à part le Folpel fréquemment retrouvé au niveau national mais pas sur les 3 sites normands de la campagne).

Cependant, à l'heure actuelle, l'absence de Valeurs Toxicologiques de Référence VTR par inhalation dans l'air ambiant ne permet pas de conclure sur les aspects sanitaires ni de dire si une substance

¹ Le Glyphosate n'a été mesuré que sur le site « Ouest Manche » durant la campagne de juin 2018 à juin 2019

largement retrouvée dans l'air ambiant aux concentrations les plus fortes est plus dangereuse ou non pour la santé qu'une autre substance présente à de plus faibles concentrations.

Certaines substances interdites sont retrouvées après leur date de retrait, du fait de leur rémanence dans les sols. C'est notamment le cas du Lindane, très fréquemment quantifié (proche de 80%) sur toute la France métropolitaine ainsi qu'en Normandie mais à des concentrations faibles (inférieures à 0,1 ng/m³).

Le Glyphosate fait partie des molécules les plus quantifiées au niveau des détections en France mais également en faible quantité.

Des profils saisonniers ont été tracés pour les 3 sites de mesure normands, mettant en évidence deux périodes d'augmentation nettes des concentrations de pesticides, coïncidant avec les traitements agricoles : le printemps (s'étendant jusqu'à l'été pour certaines substances) et l'automne.

Les séries de mesure de la campagne d'Atmo Normandie comprennent en tout deux périodes d'automne et une période printanière. En perspective, afin de disposer d'un meilleur recul sur deux périodes printanières avec des conditions météorologiques et de traitement agricoles différents, Atmo Normandie a prévu de poursuivre les mesures dans les mêmes conditions au printemps 2021.

Sommaire

1. Introduction	8
2. Eléments nécessaires à la compréhension du document	8
2.1. Définitions	8
2.2. Les pesticides dans l'atmosphère	10
2.3. Contexte	10
2.4. Approche choisie	12
2.5. Matériel	15
2.6. Méthodes	17
Méthodes de prélèvement et d'analyse	
Blanc terrain	
2.7. Limites et forces de l'étude	17
3. Déroulement	19
3.1. Les sites de mesures en Normandie :	19
3.2. Les dates de mesures en Normandie :	23
Périodes de mesures	23
Echantillonnage temporel	23
3.3. Substances mesurées	24
3.4. Conditions météorologiques	27
4. Résultats	30
4.1. Situation par rapport aux valeurs repères nationales (CNEP)	31
Fréquence de quantification	32
Résultats en moyennes	38
4.2. Profils saisonniers	43
4.3. Cas du Glyphosate	49
Usages	49
Résultats des mesures durant la CNEP	49
4.4. Substances interdites	51
4.4.1. Cas du Lindane	51
4.4.2. Linuron, Oxadiazon	54
4.5. Profils agricoles	55
4.6. Comparaison avec l'historique	56
5. Conclusion et perspectives	61
6. Annexes	62
Annexe 1 : Résultats par profils agricoles	62
Résultats détaillés pour le profil agricole « Grandes cultures » (CNEP)	63
Résultats détaillés pour le profil agricole « Maraichage » (CNEP)	67

7.	Bibliographie	.78
	Annexe 5 : Périodes de mesures	77
	Annexe 4 : Achats des substances (2019)	74
	Annexe 3 : Réglementation de l'usage agricole des pesticides	73
	Annexe 2 : Limites de détection (LD) et de quantification (LQ)	71

Sigles, symboles et abréviations

AASQA: Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'air

AFSSA : Agence française de sécurité sanitaire des aliments

ATMO FRANCE : Association régie par la loi 1901, la Fédération Atmo France représente les AASQA au niveau national et permet de partager expertise et moyens.

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ARS : Agence Régionale de Santé

BNV-D : Base de données de l'OFB - Banque nationale des ventes de produits

phytopharmaceutiques (PPP) par les distributeurs agréés

CNEP: Campagne Nationale Exploratoire des Pesticides

DJA: Dose Journalière Acceptable

DJE: Dose Journalière d'Exposition

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DROM : Départements et Régions d'Outre-Mer

E-Phy: Base de données de l'ANSES - Catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs

usages, des matières fertilisantes et des supports de culture autorisés en France

INERIS: Institut National de l'Environnement industriel et des Risques

LCSQA: Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

LD: Limite de Détection

LQ: Limite de Quantification

PNSE 3 : Plan National Santé Environnement 3

OFB: Office français de la biodiversité

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

VTR: Valeur Toxicologique de Référence

Unité:

ng/m³: nanogramme (10⁻⁹g) par mètre cube

1. Introduction

Dans un cadre à la fois national (ANSES, INERIS, AASQA, Fédération ATMO FRANCE) et régional (Groupe de travail régional sur les pesticides) Atmo Normandie a participé à partir de juin 2018 à la Campagne Nationale Exploratoire des Pesticides dans l'air ambiant (CNEP), puis a décidé de prolonger d'une année ce suivi, sur trois sites normands nommés « Pays de Bray » (76), « Caen la Mer » (14) et « Ouest Manche » (50). Ces mesures exploratoires ont été réalisées en situation de fond (hors proximité directe du champ), en zone rurale et urbaine. Les profils agricoles autour de ces sites étaient de type grandes cultures ou maraichage.

Ce rapport d'Atmo Normandie fait suite aux rapports présentant les résultats nationaux sortis durant l'été 2020 (INERIS [I] et ANSES[II]). Il apporte une vision plus régionale des résultats obtenus sur les 3 sites normands.

Le présent rapport présente le contexte, la méthodologie puis les résultats. L'interprétation faite au fil du rapport s'appuie à la fois sur la comparaison aux résultats nationaux et sur les informations régionales disponibles sur les usages agricoles et les différents produits phytosanitaires utilisés.

Après une présentation au Groupe de travail régional, le rapport est rendu disponible au public sur le site internet d'Atmo Normandie (www.atmonormandie.fr).

2. Eléments nécessaires à la compréhension du document

2.1. Définitions

<u>Pesticides</u>: Le terme « pesticide » désigne les substances utilisées dans la lutte contre les organismes jugés indésirables par l'homme (plantes, champignons, bactéries, ...). Il est souvent employé dans le cadre des usages agricoles, mais il englobe également les usages non agricoles (entretien des voiries, des espaces verts, jardins des particuliers...). https://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/article/quels-sont-les-impacts-des-pesticides-sur-notre-environnement

<u>Grandes cultures</u>: Le terme de grandes cultures fait référence aux céréales (blé, maïs...), aux oléagineux (colza, tournesol, olivier...), aux protéagineux (soja, pois...) et autres cultures mécanisées à grande échelle (betterave à sucre, pomme de terre...).

https://fr.wikipedia.org/wiki/Office_national_interprofessionnel_des_grandes_cultures

<u>Substance active</u>: molécule chimique, d'origine variée (substance organique – naturelle ou de synthèse – composé minéral...) ou micro-organisme qui agit sur la cible du traitement.

<u>Substances semi-volatiles</u>: Les Composés Organiques Semi Volatils (COSV) sont des molécules chimiques peu volatiles à température ambiante. Cependant en présence d'une source de chaleur, elles deviennent gazeuses. Ainsi, les COSV peuvent se retrouver à la fois sur les particules solides de poussières et dans l'air ambiant.

Plusieurs familles de molécules chimiques font parties des COSV: les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), les Poly-Chloro-Biphényls (PCB), les Poly-Brominated-Diphényl-Ether (PBDE), les phtalates, les parabènes, les pesticides/produits phytosanitaires (insecticides, herbicides, fongicides ...)

<u>Substances polaires</u>: On appelle substance polaire toute substance dont les molécules la constituant sont polaires. Dans une molécule polaire, un ou plusieurs atomes attire d'avantage les électrons de la liaison vers lui. Il en résulte une molécule avec des pôles de charges opposées. Par exemple, l'eau H₂O est une molécule polaire. L'oxygène attire d'avantage les électrons que l'hydrogène. L'atome d'oxygène est donc légèrement chargé négativement et les atomes d'hydrogène positivement. La plupart des molécules polaires sont solubles dans l'eau. C'est le cas du glyphosate notamment.

<u>Limite de détection</u>: La limite de détection (LD) est la plus petite quantité d'une substance que la méthode analytique est capable de détecter (mais pas de quantifier) avec un bon niveau de confiance. A partir de cette quantité, on peut affirmer que le composé est présent.

<u>Limite de Quantification</u>: La limite de quantification (LQ) est la plus petite quantité d'une substance pour laquelle la méthode analytique est capable de donner une valeur quantifiée avec une bonne précision (c'est-à-dire une faible incertitude). Par convention la LQ est égale à 3 fois la LD. En dessous de cette concentration (entre la LD et la LQ) le composé est bien détecté mais mal quantifié.

9 / 79

2.2. Les pesticides dans l'atmosphère

Les pesticides se retrouvent dans l'air essentiellement par volatilisation et par dérive au moment de l'application.

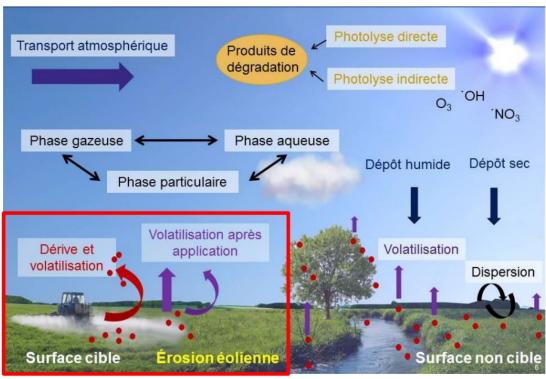


Figure 1 : Schématisation du devenir des pesticides dans l'atmosphère (SOCORRO 2015)

2.3. Contexte

Utilisation des pesticides en agriculture

En ce qui concerne les usages spécifiquement agricoles, la réglementation actuelle encadre fortement les usages agricoles : formation obligatoire et renouvelable à l'usage des produits phytosanitaires, contrôle périodique du matériel d'épandage, encadrement des doses et conditions d'usages, mise en place de distances d'épandage envers les habitations. De nombreux textes réglementaires encadrent les usages des pesticides en agriculture. Un aperçu des textes réglementaires applicables est donné dans l'annexe 3. Il permet de se rendre compte de la complexité de ce cadre réglementaire.

Historique des mesures de pesticides dans l'air en Normandie

Avant 2018, des mesures de résidus de pesticides dans l'air ambiant ont été réalisées de façon épisodique en Normandie dans des contextes très variés. Ainsi, Atmo Normandie a réalisé des campagnes de mesures durant les années 2003-2004 et 2006-2007 aux alentours des zones de maraichages de la Manche (Pirou, Coutances, Carentan) ainsi qu'en situation urbaine (Caen chemin

vert). Une autre série de mesures des pesticides s'inscrivait dans un contexte industriel et portuaire, en proximité des chargements et déchargements des navires céréaliers du port de Rouen (années 2008 et 2009). L'étude s'intéressait en particulier aux insecticides de stockage spécifiques à l'activité des silos céréaliers. Enfin, une participation à une étude de l'AFSSA a consisté à effectuer des mesures chez des apiculteurs de l'Eure en 2005.

Dans d'autres régions (Région Sud, Grand Est, Centre, Nouvelle Aquitaine...) une surveillance plus structurée a été mise en place depuis de nombreuses années et a permis la constitution d'une base de données nationale nommée PhytAtmo. Les mesures normandes sont aussi entrées dans Phytatmo et accessibles en open data.

https://atmo-france.org/wp-content/uploads/2021/02/PhytAtmo-donnees-pesticides_2002_2019.xlsx

https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/base-de-donnee-de-surveillance-de-pesticides-dans-lair-par-les-aasga-de-2002-a-2017/

Campagne nationale exploratoire des pesticides (CNEP)

De juin 2018 à juin 2019, Atmo Normandie a participé à la Campagne nationale exploratoire des pesticides (CNEP). Selon l'INERIS qui a exploité les résultats au niveau national [I] « elle constitue un premier état des lieux harmonisé des niveaux de concentration en résidus de pesticides dans l'air ambiant hors situation de proximité ou influence directe d'une seule culture. Les mesures, réalisées sur l'ensemble du territoire national, DROM inclus, de façon synchronisée et selon un protocole commun, ont également permis d'étudier les facteurs d'influence sur la stratégie d'échantillonnage (choix des sites de mesure, durées et périodicité de prélèvement, modalités d'analyses). Elle a été le fruit d'une collaboration entre les Association Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), fédérées par Atmo France, qui ont réalisé les prélèvements et apporté leur expertise territoriale tout au long de cette étude au niveau local ; le LCSQA/INERIS, en tant que coordonnateur de la campagne (appui technique et scientifique, pilotage de l'analyse des échantillons, consolidation et exploitation des données) ; l'ANSES, qui a apporté un soutien scientifique et financier pour cette campagne » (LCSQA/Ineris-DRC-20-172794-02007C - Résultats de la Campagne Nationale Exploratoire de mesure des résidus de Pesticides dans l'air ambiant (2018-2019)) et a proposé des premiers éléments d'interprétation sanitaire des résultats. [II].

Afin de suivre ces travaux au niveau régional et d'apporter une expertise territoriale, un Groupe de Travail Régional s'est également mis en place, constitué de représentants de la DRAAF Normandie, la Chambre d'Agriculture de Normandie, la DREAL Normandie, l'ARS Normandie, Santé publique France - Cire de Normandie, la Région Normandie, le SILEBAN (Société d'Investissement Légumière et maraîchère de Basse Normandie), l'association Alerte des Médecins sur les Pesticides (AMLP),

l'association ECOCHOIX (de défense de l'environnement dans l'ouest du Pays de Caux) ainsi que d'Atmo Normandie.

Poursuite des mesures en Normandie (après juillet 2019)

A la suite de la Campagne Nationale Exploratoire des Pesticides (CNEP), le Groupe de Travail Régional a décidé de poursuivre les mesures durant 12 mois supplémentaires dans des conditions identiques (mêmes sites, même protocole). En effet, en l'absence d'historique sur la région, le fait de disposer d'un plus grand nombre de données, réparti sur une période plus longue de deux années de mesure, permet de mieux comprendre les fluctuations dues aux conditions météorologiques, aux quantités de pesticides épandues qui en découlent, ainsi que les variations saisonnières.

2.4. Approche choisie

Les mesures ont été réalisées par Atmo Normandie de juin 2018 à juin 2019 dans le cadre de la Campagne Nationale de mesure Exploratoire des Pesticides dans l'air ambiant (CNEP). Celle-ci visait à décrire l'exposition globale des populations en France. Elle s'est intéressée aux concentrations de fond et n'avait donc pas pour but de répondre aux interrogations sur la proximité aux cultures. En l'absence, à ce jour, de valeurs de référence sanitaire, l'objectif du suivi à l'échelle nationale était de réaliser des photographies ponctuelles dans le temps, pour connaître le niveau d'imprégnation de l'air par les pesticides et suivre son évolution.

L'organisation des mesures de pesticides en Normandie à partir de 2018 s'appuie donc sur celle mise en place dans le cadre de la Campagne Nationale Exploratoire des Pesticides (CNEP) y compris pour la seconde année de mesures décidée au niveau régional.

Le protocole de mesure défini par l'INERIS [I] lors de la CNEP est appliqué en Normandie. Il permet d'uniformiser les méthodes sur l'ensemble des sites de mesures français (appareils de prélèvements, calendrier des prélèvements, traitement des échantillons, laboratoire d'analyse unique, validation et bancarisation des données dans la base de données PhytAtmo).

Le calendrier des mesures est établi en se calant sur les périodes de traitement habituelles. Les prélèvements ne sont donc pas réalisés de façon continue sur l'année.

En Normandie, les 3 sites de mesures ont été choisis en accord avec la stratégie d'échantillonnage nationale. Celle-ci a recherché une répartition des 50 points de mesures, d'une part selon leur typologie rurale, péri-urbaine ou urbaine et d'autre part selon leur profil de culture dominante (hors situation de proximité directe du champ), sur l'ensemble du territoire français.

Typologie des sites de mesures :

- en milieu rural, péri-urbain ou urbain,

- en situation de fond (hors situation de proximité directe des cultures), éloignés d'au moins 200 mètres des premières parcelles (si ce n'est pas possible le site de prélèvement est localisé au centre du village).



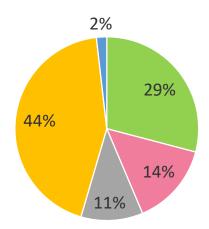


Figure 2 : Répartition des 50 sites de mesures de la CNEP sur le territoire français

En complément de la démarche nationale, un Groupe de Travail régional a apporté son expertise territoriale. Le choix des 3 points de mesures normands s'est donc fait sous ce double regard national et régional. Par exemple le GT régional a déconseillé le choix d'un site de profil agricole « arboriculture » près des pommiers à cidre de Normandie, non représentatif de l'arboriculture française d'après lui, du fait que les vergers de pommiers à cidre reçoivent très peu de traitements, comparés aux vergers de pommes de table dans d'autres régions. Le choix s'est donc plutôt orienté vers un site de profil agricole « Maraichage » du fait de la spécificité de cette activité dans la Manche, et de l'historique de mesures existant sur ce secteur. Le choix d'un site urbain (Caen, Calvados) permet de mieux connaître les concentrations de résidus de pesticides provenant des cultures situées en périphérie de la ville se retrouvant dans l'air d'un centre urbain. Enfin, un site de mesure rural a été choisi au milieu des grandes cultures du Pays de Bray (Seine Maritime).

Le choix des 75 substances mesurées a été défini par l'ANSES selon des démarches de priorisation décrites dans le chapitre 3.2.1. de son rapport [II] : « ANSES - Campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air ambiant : premières interprétations sanitaires – Préambule - Rapport d'appui scientifique et technique - Juin 2020 - Édition scientifique ». L'expérience de certaines AASQA dans la mesure des pesticides et leur connaissance des substances retrouvées dans l'air a aussi joué un rôle dans ce choix. Enfin, s'ajoutent les contraintes dues à la mesure elle-même. En effet, des tests ont permis de vérifier, substance par substance, d'une part que la méthode de prélèvement permettait de

piéger quantitativement les teneurs présentes dans l'air ambiant (test de piégeage validé²) et d'autre part la robustesse de la méthode d'analyse.

Parmi les 75 substances mesurées durant la CNEP, 72 substances sont semi-volatiles et 3 substances sont polaires : Glyphosate, Glufosinate ammonium et Acide aminomethylphosphonique (AMPA), métabolites du Glyphosate.

Dans l'hypothèse de la poursuite de campagnes de mesures nationales (pérennisation de la surveillance de ses substances), la liste des substances actives devrait être évolutive, pour introduire des nouvelles substances actives mises sur le marché (en remplacement des substances devenues interdites), et retirer de la liste les substances qui ne seraient plus observées depuis une certaine durée (par exemple 3 ans).

Mise à part cette campagne nationale, il n'existe que très peu de données relatives aux concentrations en pesticides dans l'air en Normandie, contrairement à ce qui existe dans plusieurs autres régions. De ce fait, le Groupe de Travail régional a été intéressé pour poursuivre les mesures durant une année supplémentaire (à partir de juin 2019) en Normandie. Cela permet de disposer d'un retour d'expérience plus important sur ce type de mesures dans la région. En effet, d'après l'expérience des autres associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) les concentrations en pesticides dans l'air peuvent notablement varier d'une année sur l'autre. Le Groupe de Travail régional a donc approuvé le fait d'exploiter les résultats sur deux années plutôt qu'une seule, du fait des variations de conditions météorologiques d'une année sur l'autre, ainsi que des conditions d'utilisation des pesticides qui en découlent (Par exemple, une quantité et/ou une variété plus importante de fongicides sont utilisés lors d'une saison pluvieuse). Les mesures se sont donc poursuivies dans les mêmes conditions que la CNEP. L'exception est la mesure des 3 substances polaires (Glyphosate, Glufosinate ammonium et AMPA), qui a été arrêtée à partir de juillet 2019. En effet au vu des résultats de la première année de mesures, elles semblent présenter peu d'intérêt dans l'air ambiant en situation de fond, les concentrations étant soit fréquemment quantifiées mais systématiquement à des valeurs très faibles (<0,1 ng/m³) pour le Glyphosate soit faiblement quantifiées (pour l'AMPA) ou jamais quantifiées pour le Glufosinate ammonium. De plus, le prélèvement de ces substances demande une méthodologie différente (appareil de prélèvement, durée d'échantillonnage et rythme, trajets supplémentaires sur le site de mesure, analyse). Du fait du confinement à partir de mars 2020, les prélèvements ont dû être interrompus et il n'est prévu de ne les reprendre qu'au printemps 2021.

² Dans le cas des substances pour lesquelles la méthode d'analyse est robuste mais le test de piégeage est non validé l'INERIS parle d'une sous-estimation des résultats de mesure. Ces substances sont repérées par (*)

2.5. Matériel

Deux appareils de prélèvements sont utilisés pour la mesure des pesticides, tous deux effectuant une coupure granulométrique des particules à 10 microns :

Un préleveur Partisol de débit 1 m³/h pour le prélèvement des 72 substances semi-volatiles durant la CNEP et la suite des mesures de pesticides en Normandie,

Un préleveur DA80 de débit 30 m³/h pour le prélèvement des 3 substances polaires (Glyphosate, AMPA, Glufosinate amonium) durant la CNEP.



Figure 3 : Installation des appareils de mesure (Partisol et DA80) sur le site «Ouest Manche » lors de la CNEP



Figure 4 : Appareil de prélèvement Partisol (avec tête PM10) sur le site « Pays de Bray »



Figure 5 : Cartouche de prélèvement dans le Partisol pour les substances semi-volatiles (mousse polyuréthane PUF+ filtre quartz de 47 mm) exposée durant 7 jours



Figure 6 : Appareil de prélèvement DA80 (avec tête PM10) sur le site « Ouest Manche »



Figure 7 : Filtre de prélèvement de 150 mm en quartz dans le DA80, pour les substances polaires, exposé durant 48 heures

2.6. Méthodes

Méthodes de prélèvement et d'analyse

La mesure des pesticides dans l'air ambiant s'appuie sur les normes suivantes :

Prélèvement: AFNOR XP X43-058 (2007).

Analyse: norme AFNOR XP X43-059 (2007).

Ces normes ont été complétées par un protocole plus précis élaboré par l'INERIS dans le cadre de la CNEP « LCSQA – Note technique – Plan de campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air ambiant ».

Blanc terrain

Un blanc terrain est un échantillon transporté vers le site d'échantillonnage, mais non exposé à l'air ambiant. Il est retourné au laboratoire d'analyse et traité de la même façon que les échantillons exposés. Le blanc terrain a été réalisé au début de la campagne CNEP, puis au début de la campagne « suite des mesures de pesticides en Normandie ». Il permet de contrôler si une éventuelle pollution a lieu lors des étapes de préparation, stockage dans les locaux, transport dans les glacières, mise en place/retrait de l'échantillon dans le préleveur, analyse.

2.7. Limites et forces de l'étude

Forces de l'étude: La campagne de mesure exploratoire des pesticides dans l'air ambiant a apporté des éléments de connaissance précieux sur le sujet. Cadrée à la fois par un groupe de travail national mais aussi régional, cette campagne a contribué à consolider et harmoniser la méthodologie pour le suivi de ces substances, à identifier les pesticides les plus présents et à faciliter l'accès des résultats au public. En l'absence de valeurs de références réglementaires et sanitaires sur les données de pesticides dans l'air, la comparaison avec la France métropolitaine permet de situer les résultats régionaux.

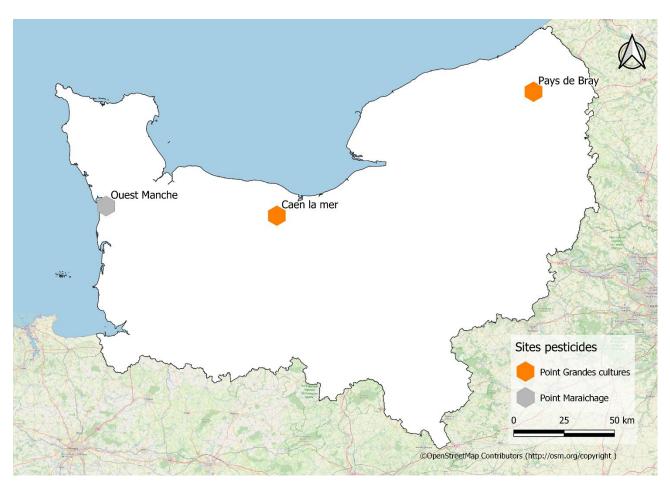
<u>Précaution de lecture</u>: Cette étude propose un échantillonnage identique sur toute la France pour un profil agricole (c'est-à-dire aux mêmes dates). Cependant, les conditions météorologiques sont différentes selon les régions et les besoins de traitement sont différents selon les cultures. Par exemple, pour le profil agricole « maraichage », les cultures maraichères réalisées à Carpentras (melons) ne sont pas les mêmes qu'en Normandie (carottes, poireaux, ...). Ainsi les substances utilisées ne sont pas forcément les mêmes et n'ont pas lieu aux mêmes moments. Les traitements peuvent donc arriver plus ou moins tôt dans la saison en fonction des régions, du climat et des types de culture. La comparaison des résultats entre le Nord et le Sud de la France ou d'un type de culture à un autre doit tenir compte de ces précautions de lecture.

Limites de l'étude :

- 1) Il n'existe pas de valeurs repères réglementaires ni sanitaires dans l'air ambiant auxquelles comparer les résultats.
- 2) L'échantillonnage temporel n'est pas réparti uniformément sur l'année afin d'optimiser les coûts inhérents à ce type de mesures (déplacements sur le terrain et coûts d'analyses). Il est propre à un profil agricole et ne comporte pas le même nombre d'échantillons d'un profil agricole à un autre. Cet échantillonnage est basé sur les dates habituelles des traitements pour chaque type de profil agricole et sur le retour d'expérience des AASQA, sachant que ces dates peuvent légèrement varier d'une année sur l'autre en fonction de la météorologie. Cet échantillonnage comporte plus de prélèvements lors des périodes de traitement. Pour en tenir compte, les statistiques calculées et en particulier la moyenne sur la durée de la CNEP présentée dans ce rapport a été obtenue de la façon suivante : il s'agit de la moyenne des moyennes mensuelles pondérées par la durée de prélèvement.
- 3) Le choix des sites en Normandie est assujetti au cadre plus vaste de l'échantillonnage spatial national. Bien qu'il ait été approuvé par le Groupe de travail Régional, il ne peut répondre à toutes les interrogations posées en Normandie, par exemple au niveau des grandes cultures de l'Eure.
- 4) Le choix des substances a été fait au niveau national par l'ANSES à partir d'un classement reposant à la fois sur la toxicité, le retour d'expérience de la base Phytatmo, et la faisabilité métrologique et analytique. Ce choix ne permet de répondre que sur ces substances, même si ce choix ne reflète pas complétement les usages au niveau de la Normandie. Ainsi, peut-on constater par exemple (en annexe 4 sur la figure 33) que certaines substances sont achetées dans les communes où sont réalisées les mesures mais ne font pas partie de la liste CNEP des substances mesurées. C'est le cas par exemple du fongicide mancozebe autorisé à l'époque de la campagne, largement acheté en 2019 sur la commune du site « Ouest Manche » mais qui n'est pas mesuré lors de la CNEP pour les raisons listées ci-dessus (de faisabilité métrologique et analytique notamment).
- 5) La quantification d'une substance dépend de la limite de quantification analytique, différente d'un pesticide à l'autre. Les résultats pour un pesticide en dépendent.

3. Déroulement

3.1. Les sites de mesures en Normandie :



Site de mesure	Typologie	Profil agricole	Profil agricole secondaire
Pays de Bray	Rural	Grandes cultures	-
Caen la Mer	Urbain	Grandes cultures	-
Ouest Manche	Rural	Maraichage	Grandes cultures

Figure 8 : Localisation des 3 sites de mesures des pesticides en Normandie durant la CNEP

Pays de Bray

Typologie rurale

Culture dominante : Grandes cultures

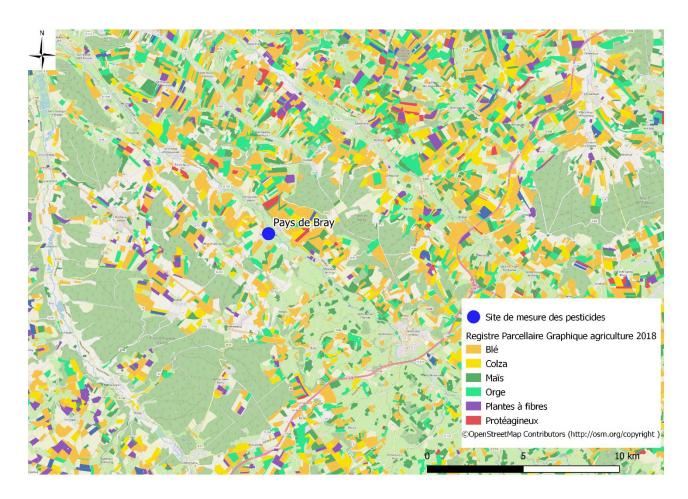


Figure 9 : Détail des cultures autour du point de mesure "Pays de Bray"

Site de	Principales cultures	Pourcentage (dans un rayon de
mesure		5 km)
Pays de Bray	BLE TENDRE	32.1%
Pays de Bray PROTEAGINEUX		1.6%
Pays de Bray	PLANTES A FIBRES	1.8%
Pays de Bray	MAIS GRAIN ET ENSILAGE	9.0%
Pays de Bray	COLZA	6.2%
Pays de Bray	ORGE	9.2%

Source: Registre Parcellaire Graphique agriculture 2018

Caen-la-Mer

Typologie urbaine

Culture dominante : Grandes cultures. Part de zones urbanisées : 58,7% dans un rayon de 5 km.

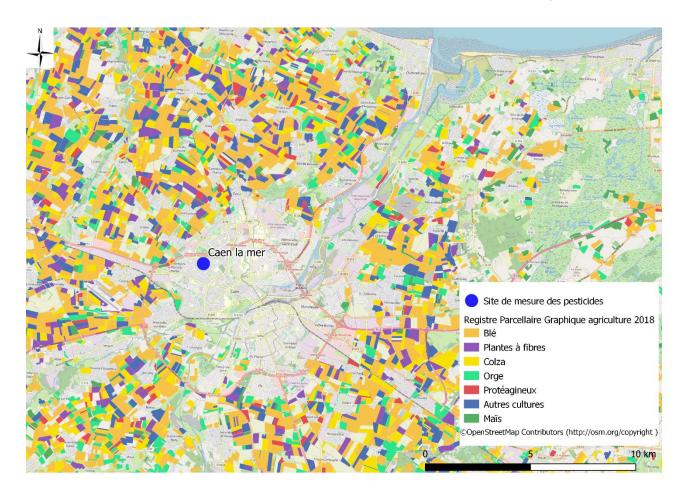


Figure 10 : Détail des cultures autour du point de mesure "Caen la Mer"

Site de	Principales cultures	Pourcentage (dans un rayon de 5
mesure		km)
Caen la mer	BLE TENDRE	40.8%
Caen la mer	COLZA	10.8%
Caen la mer	AUTRES CULTURES INDUSTRIELLES	9.0%
Caen la mer	MAIS GRAIN ET ENSILAGE	1.9%
Caen la mer	LEGUMES-FLEURS	3.1%
Caen la mer	PLANTES A FIBRES	10.8%
Caen la mer	PROTEAGINEUX	3.2%
Caen la mer	ORGE	7.4%

Source: Registre Parcellaire Graphique agriculture 2018

Ouest Manche:

Typologie rurale

Profil agricole: Maraichage; Profil agricole secondaire: Grandes cultures

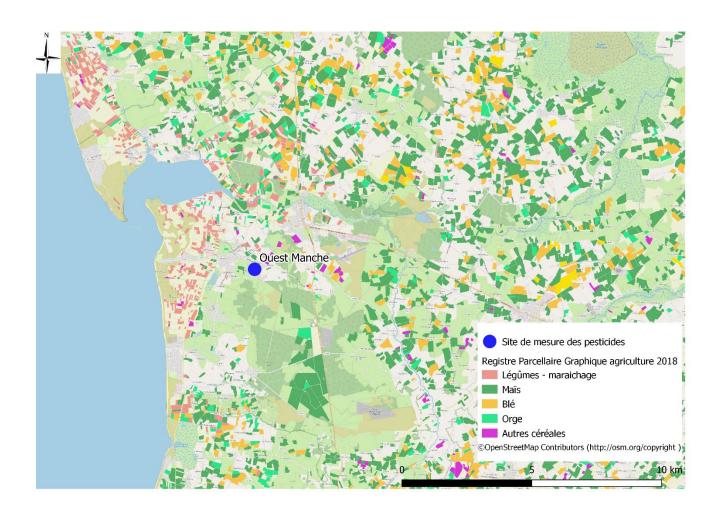


Figure 11 : Détail des cultures autour du point de mesure "Ouest Manche"

Site de mesure	Principales cultures	Pourcentage (dans un rayon de 5 km)
Ouest Manche	ORGE	3.7%
Ouest Manche	LEGUMES-FLEURS	12.3%
Ouest Manche	MAIS GRAIN ET ENSILAGE	18.6%
Ouest Manche AUTRES CEREALES		1.7%
Ouest Manche	BLE TENDRE	4.0%

Source: Registre Parcellaire Graphique agriculture 2018

3.2. Les dates de mesures en Normandie :

Périodes de mesures

Le détail des périodes de mesures est présenté dans l'annexe 5.

Secteur concerné	Campagne de mesures	Date de début	Date de fin
3 points en Normandie	Campagne Nationale Exploratoire des Pesticides dans l'air (CNEP)	Juin 2018	Juin 2019
	Suite des mesures en Normandie	Juin 2019	Prévue : juin 2020
			Interruption mi-mars 2020 (confinement)
	Propositio	on de continuer au printe	mps 2021

Tableau 1 : Périodes de mesures des pesticides en Normandie

Echantillonnage temporel

L'échantillonnage n'est pas continu sur l'année, il est intensifié lors des périodes de traitement. Il est propre à chaque profil agricole. De plus, un calendrier est spécifique à la mesure du glyphosate.

	1/3 = 1 sema	ines sur 3				
	METROPOLE					
	VITI	GRDE CULTURE	ARBO	MARAICHAGE	ELEVAGE	GLYPHOSATE
juin-18	1	1	1	1/3	1/mois	1/mois
juil-18	1	1/2	1	1/3	1/mois	1/mois
août-18	1	1/2	1	1/3	1/mois	1/mois
sept-18	1/2	1/2	1/3	1/3	1/mois	1/mois
oct-18	1/mois	1	1/3	1/3	1/mois	2/sem (1 au 15/10) puis 3/sem (15-31/10)
nov-18	1/mois	1	1/3	1/3	1/mois	3/sem (1 au 15/11) puis 2/sem(15-30/11)
déc-18	1/mois	1/2	1/mois	1/3	1/mois	1/mois
janv-19	1/mois	1/mois	1/mois	1/3	1/mois	1/mois
févr-19	1/mois	1/mois	1/mois	1/3	1/mois	1/mois
mars-19	1/2	1/2	1	1/3	1/mois	2/sem (1 au 15/03) puis 3/sem (15-31/03)
avr-19	1/2	1	1	1/3	1/mois	3/sem (1 au 15/04) puis 2/sem(15-30/04)
mai-19	1	1	1	1/3	1/mois	1/mois
juin-19	1	1	1	1/3	1/mois	1/mois

Tableau 2 : Calendrier des prélèvements durant la CNEP propre à chaque profil agricole

La poursuite des mesures durant un an après la CNEP est effectuée selon la même méthodologie.

3.3. Substances mesurées

75 substances sont mesurées durant la CNEP, dont :

- 72 substances semi-volatiles (mesurées sur les 3 sites normands),
- 3 substances polaires (mesurées sur le site normand « Ouest Manche ») : Glyphosate, Glufosinate ammonium et Acide aminomethylphosphonique (AMPA), ce dernier étant le métabolite du Glyphosate.

Pour la suite des mesures en Normandie à partir de juillet 2019, les mêmes substances sont investiguées, à l'exception des 3 substances polaires (voir chapitre 2.3)

Substance active	Usage
2,4-D	Herbicide
2,4-DB	Herbicide
Acetochlore (Ø)	Interdit ou non utilisé en France
AMPA (Acide aminomethylphosphonique)	Herbicide
Bifenthrine (Ø)	Interdit ou non utilisé en France
Boscalid	Fongicide
Bromadiolone (*)	Insecticide
Bromoxynil	Herbicide
Butraline (Ø)	Interdit ou non utilisé en France
Carbetamide	Herbicide
Chlordane (*)	Interdit ou non utilisé en France
Chlordecone (Ø)	Interdit ou non utilisé en France
Chlorothalonil	Fongicide
Chlorprophame	Herbicide
Chlorpyriphos ethyl	Insecticide
Chlorpyriphos methyl (*)	Insecticide
Clomazone (*)	Herbicide
Cypermethrine	Insecticide
Cyproconazole	Fongicide
Cyprodinil	Fongicide
Deltamethrine	Insecticide
Diclorane (Ø)	Interdit ou non utilisé en France
Dieldrine (Ø)	Interdit ou non utilisé en France
Difenoconazole (*)	Fongicide
Diflufenicanil	Herbicide
Dimethenamide(-p) (*)	Herbicide
Dimethoate (Ø)	Interdit ou non utilisé en France
Diuron (Ø)	Interdit ou non utilisé en France

Endrine (Ø)	Interdit ou non utilisé en France	
Epoxiconazole	Fongicide	
Ethion (*Ø)	Interdit ou non utilisé en France	
Ethoprophos (*Ø)	Interdit ou non utilisé en France	
Etofenprox	Insecticide	
Fenarimol (Ø)	Interdit ou non utilisé en France	
Fenpropidine (*)	Fongicide	
Fipronil (Ø)	Interdit ou non utilisé en France	
Fluazinam	Fongicide	
Flumetraline (Ø)	Interdit ou non utilisé en France	
Fluopyram	Fongicide	
Folpel	Fongicide	
Glufosinate ammonium	Herbicide	
Glyphosate	Herbicide	
Heptachlore (Ø)	Interdit ou non utilisé en France	
Iprodione (Ø)	Interdit ou non utilisé en France	
Lambda cyhalothrine	Insecticide	
Lenacil (*)	Herbicide	
Lindane (*Ø)	Interdit ou non utilisé en France	
Linuron (Ø)	Interdit ou non utilisé en France	
Metamitrone (*)	Herbicide	
Metazachlore	Herbicide	
S-Metolachlore	Herbicide	
Metribuzine	Herbicide	
Mirex (Ø)	Interdit ou non utilisé en France	
Myclobutanil	Fongicide	
Oryzalin	Herbicide	
Oxadiazon (Ø)	Interdit ou non utilisé en France	
Oxyfluorfene	Herbicide	
Pendimethaline	Herbicide	
Pentachlorophenol (Ø)	Interdit ou non utilisé en France	
Permethrine (Ø)	Interdit ou non utilisé en France	
Phosmet	Insecticide	
Piperonyl butoxide (*)	Insecticide	
Prochloraz (*)	Fongicide	
Propyzamide (*)	Herbicide	
Prosulfocarbe	Herbicide	
Pyrimethanil	Fongicide	
Pyrimicarbe (*)	Insecticide	

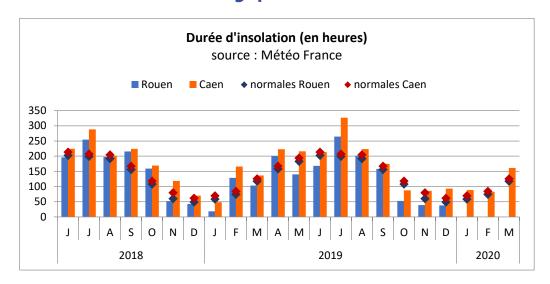
Spiroxamine (*)	Fongicide
Tebuconazole	Fongicide
Tebuthiuron (Ø)	Interdit ou non utilisé en France
Terbutryne (Ø)	Interdit ou non utilisé en France
Tolylfluanide (Ø)	Interdit ou non utilisé en France
Triadimenol	Fongicide
Triallate (*)	Herbicide
Trifloxystrobine	Fongicide

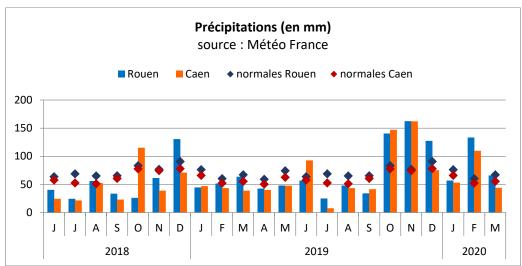
Tableau 3 : Liste des substances mesurées en France Métropolitaine durant la CNEP

 $\textit{(\varnothing)}: Substance interdite \textit{(Substance dont l'usage agricole a \'et\'e retir\'e avant ou pendant cette \'etude)}$

(*) : Substance potentiellement sous-estimée d'après l'INERIS

3.4. Conditions météorologiques





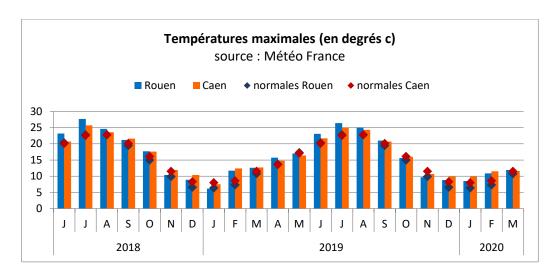


Figure 12 : Conditions météorologiques durant les campagnes pesticides en Normandie

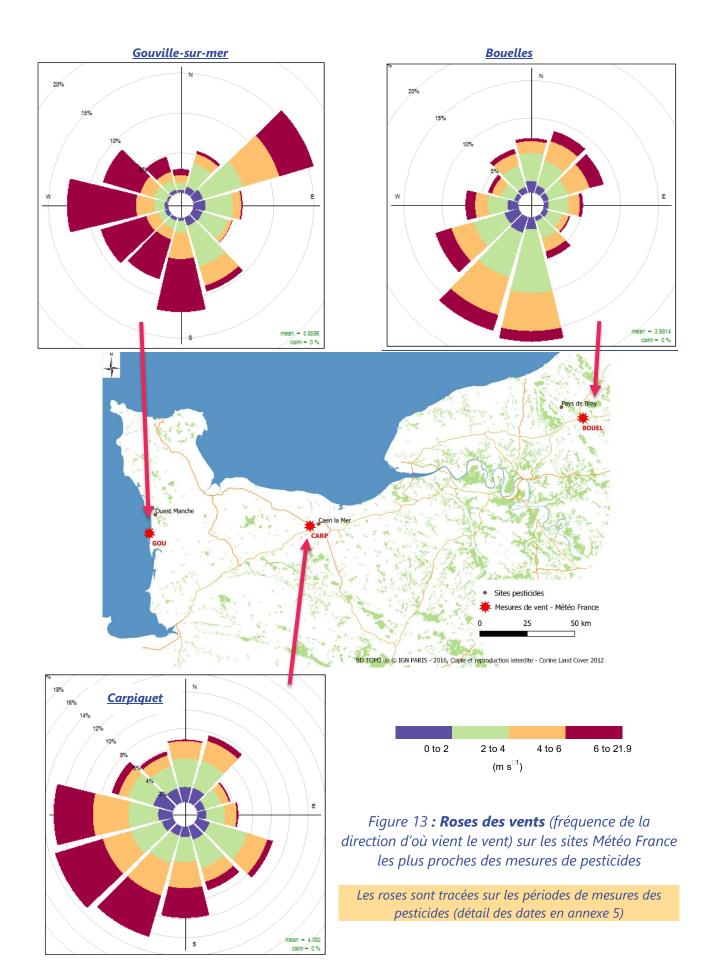
<u>Commentaire</u>: L'automne 2019 a été particulièrement pluvieux par rapport aux normales saisonnières.

Les vents:

Les roses des vents (tracées sur la figure 13 ci-dessous) représentent la fréquence (en %) de la direction d'où vient le vent, sur les sites Météo France les plus proches des mesures de pesticides. Elles sont calculées sur l'ensemble des périodes de mesures durant la campagne (voir le détail des dates selon les sites en annexe 5).

Les vents proviennent majoritairement du sud, sud-ouest et ouest, auquel s'ajoute le nord-est pour la station Météo France de Gouville.

Le pourcentage des vents forts (> 6 m/s), coloré en ocre rouge foncé sur les roses de vent, augmente quand on s'approche de la côte ouest de la Manche. (Voir en figure 13). Le site de mesure des pesticides de Ouest Manche est donc particulièrement ventilé, ce qui favorise la dispersion des polluants. D'autre part, il s'agit des vents d'ouest et de sud-ouest venant de la mer, sans doute exempts de pesticides.



4. Résultats

Résultats bruts

Les résultats des mesures de pesticides proviennent des résultats d'analyses du laboratoire IANESCO (6 rue Carol Heitz 86000 POITIERS). Ils sont disponibles sur simple demande auprès d'Atmo Normandie (contact@atmonormandie.fr). Les résultats du laboratoire sont exprimés en ng. Ils sont ensuite divisés par le volume de prélèvement pour obtenir des ng/m³.

Résultats transformés

En l'absence de valeurs repères réglementaires ou sanitaires³, auxquelles comparer les données de pesticides dans l'air ambiant, les résultats de la campagne exploratoire de mesures de pesticides sur les 3 sites normands sont présentés dans ce rapport sous les formes suivantes :

FORME DES RESULTATS	OBJECTIF	INTERET
Fréquence de quantification des substances	Identifier les substances les plus présentes	Comparaison aux statistiques nationales de la CNEP
Moyenne	Connaitre le niveau moyen d'une substance	Comparaison aux statistiques nationales de la CNEP
Séries des résultats hebdomadaires présentés sous forme de graphiques	Visualiser les fluctuations des concentrations en fonction des saisons et identifier les maxima	Vue d'ensemble durant toute la période de mesures (de juin 2018 à mars 2020)

Tableau 4 : Forme des résultats présentés dans le rapport

30 / 79

³ L'ANSES a proposé des premiers éléments d'interprétation sanitaire des résultats de la CNEP dans son rapport « Campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air ambiant : premières interprétations sanitaires – Préambule - Rapport d'appui scientifique et technique - Juin 2020 - Édition scientifique ». [II].

Statistiques annuelles (CNEP) [I]

Les règles de calcul suivantes ont été appliquées pour le calcul des différentes statistiques relatives aux concentrations :

- Une substance non détectée (< LD) s'est vu affecter une concentration nulle (égale à 0) ;
- Une substance non quantifiée (< LQ) s'est vu affecter une concentration égale à sa limite de quantification divisée par 2, pondérée par le volume du prélèvement considéré ;

La moyenne annuelle a été calculée à partir des moyennes mensuelles des concentrations pondérées en fonction de la durée de prélèvement de chaque mois, afin de s'affranchir de la variabilité de la fréquence d'échantillonnage tout au long de l'année, selon la formule :

$$\frac{1}{M} \sum_{i=1}^{m} \frac{\sum N_i C_i}{\sum N_i}$$

avec:

C_i qui représente la concentration de l'échantillon i, N_i qui représente la durée de prélèvement. Si une période est répartie sur deux mois, seuls les jours du mois considéré sont comptabilisés M le nombre de mois échantillonnés

Par exemple si 4 prélèvements sont réalisés dans le mois, on fait la moyenne des 4 prélèvements. Si un prélèvement est réalisé dans le mois, la moyenne sera égale au résultat de ce prélèvement.

4.1. Situation par rapport aux valeurs repères nationales (CNEP)

En l'absence de valeurs réglementaires ou sanitaires sur les pesticides dans l'air ambiant, les résultats sont interprétés en se référant aux valeurs repères nationales obtenues durant la CNEP, à savoir : la fréquence de quantification et la moyenne, pour chaque substance. Du fait de l'échantillonnage non régulier, il s'agit ici de la moyenne des moyennes mensuelles pondérées par la durée de prélèvement. Les statistiques en France métropolitaine sont réalisées sur 1269 données pour chaque substance semi-volatile et sur 381 données pour chaque substance polaire (glyphosate, glufosinate ammonium et métabolite du glyphosate : AMPA).

Absence de de valeurs de référence sanitaires

Cette méthode d'interprétation (fréquences de quantification et moyennes) permet de connaître, d'une part les substances les plus présentes et d'autre part, celles qui ont les concentrations les plus élevées. Cependant, en l'absence de Valeur Toxicologique de Référence par inhalation, elle ne permet pas de conclure sur les aspects sanitaires. En effet, nous ne savons pas dire si telle substance, présente dans l'air à une faible concentration, peut cependant présenter un danger pour la santé.

Fréquence de quantification

La limite de quantification (LQ) est la plus petite quantité d'une substance pour laquelle la méthode analytique est capable de donner une valeur quantifiée avec une bonne précision (c'est-à-dire une faible incertitude). Les limites de quantification analytiques sont données par le laboratoire d'analyses substance par substance (cf. annexe 2).

La fréquence de quantification est la fréquence à laquelle les résultats d'une substance sont supérieurs (ou égaux) à sa limite de quantification. L'observation des fréquences de quantification en France Métropolitaine durant la CNEP (tous profils agricoles confondus) permet de dégager 4 catégories de substances (voir figure 14):

19 substances ont des fréquences de quantification égales à zéro (elles ne sont donc pas présentes),

27 substances ont des fréquences de quantification supérieures à zéro et inférieures à 1% (elles sont donc très peu présentes),

20 substances ont des fréquences de quantification supérieures à 1% et inférieures à 20% (elles sont donc présentes mais rarement),

9 substances ont des fréquences de quantification supérieures à 20 % (elles sont fréquemment retrouvées).

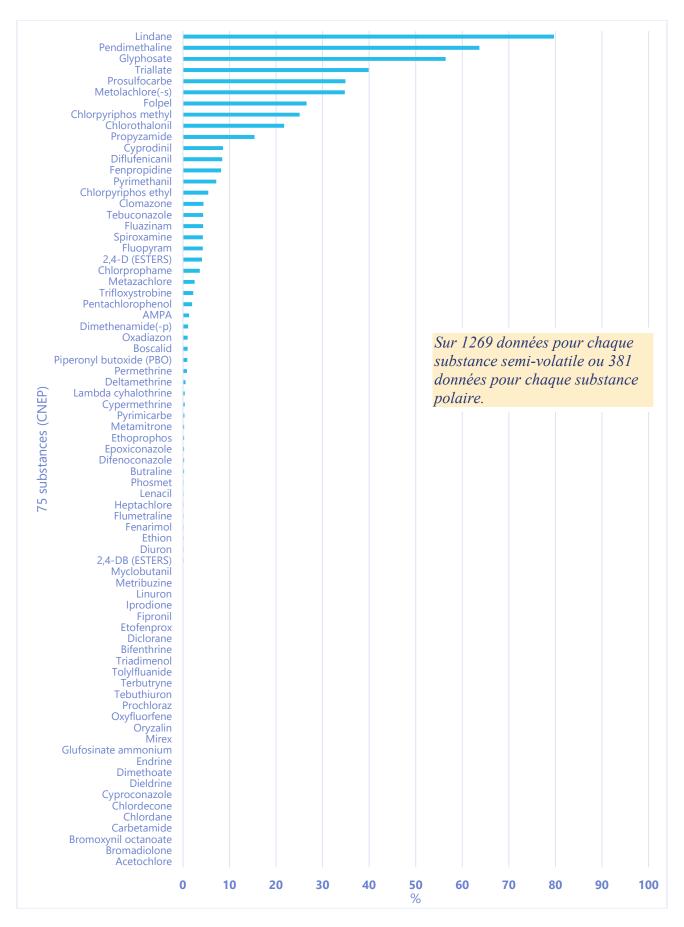


Figure 14: Fréquence de quantification en France Métropolitaine durant la CNEP (tous profils agricoles confondus)-Source INERIS.

Les 9 substances pour lesquelles la fréquence de quantification est supérieure à 20% sont regardées plus attentivement ci-dessous (figure 15).

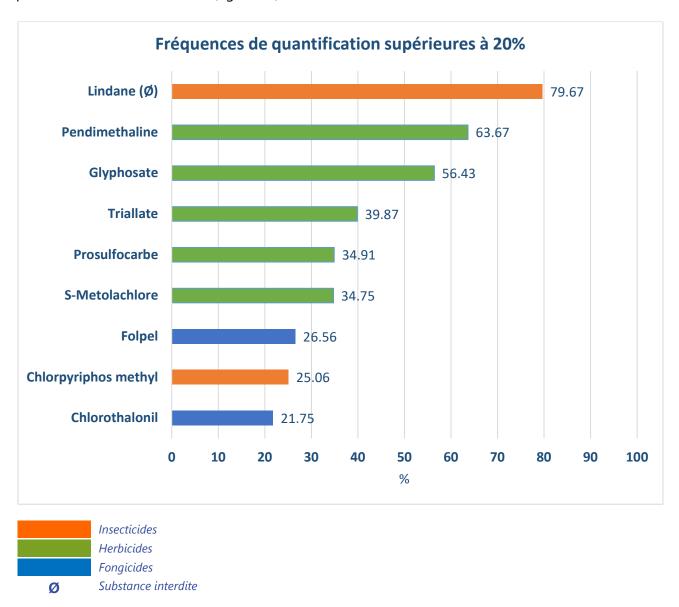


Figure 15 : Substances pour lesquelles la fréquence de quantification est supérieure à 20% en France Métropolitaine durant la CNEP (tous profils agricoles confondus) – Source : INERIS

Commentaires:

Les 9 substances les plus fréquemment quantifiées, sont par ordre décroissant :

Le Lindane est en tête. La limite de quantification du laboratoire pour cette substance est basse ce qui explique aussi qu'on la détecte très fréquemment. Insecticide interdit depuis 1998 en France, il est pourtant retrouvé dans l'air ambiant sur tout le territoire français avec une fréquence de quantification de presque 80%. C'est un polluant organique persistant (POP) très volatil. Le lindane a été utilisé dans le cadre des activités agricoles mais aussi d'autres activités que l'agriculture. (Ses différents usages passés sont présentés au chapitre 4.4)

Les fréquences de quantification du Lindane durant la CNEP sont :

France métropolitaine	79,7%
Pays de Bray	70,6%
Caen la Mer	100%
Ouest Manche	42,1%

Les vents forts marins sont une piste d'explication de la fréquence moindre à Ouest Manche (voir le paragraphe 3.4).

Viennent ensuite cinq herbicides dont l'usage agricole était autorisé au moment de la CNEP. Quelques cultures où ils sont utilisés sont indiquées entre parenthèses. Le soulignement indique un usage sur des cultures normandes

Sources:

- Banque nationale des ventes de produits phytopharmaceutiques BNV-D (voir en annexe 4),
- Catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages, des matières fertilisantes et des supports de culture autorisés en France **E-Phy** (https://ephy.anses.fr/) :

Pendimethaline, herbicide (céréales, légumes, toutes cultures),

Les fréquences de quantification durant la CNEP sont :

France métropolitaine	63,7%
Pays de Bray	94,1%
Caen la Mer	87,9%
Ouest Manche	84,2%

Glyphosate, herbicide (viticulture, arboriculture, grandes cultures, forêts),

(Voir chapitre 4.3)

La limite de quantification du laboratoire pour cette substance est basse pour cette substance ce qui explique aussi qu'on la détecte fréquemment.

Les fréquences de quantification durant la CNEP sont :

France métropolitaine	56,4%
Ouest Manche	41,2%

Le glyphosate n'a été mesuré en Normandie que sur le site « Ouest Manche ». Celui-ci est proche des maraichages mais possède également un profil agricole secondaire « Grandes cultures » qui explique probablement la présence du glyphosate sur ce site.

Triallate, herbicide (orge, betteraves fourragères, épinards),

Les fréquences de quantification durant la CNEP sont :

France métropolitaine	39,9%
Pays de Bray	94,1%
Caen la Mer	87,9%

Ouest Manche	42,1%
	, -

Le chiffre plus faible à « Ouest Manche » peut en partie s'expliquer par la quantité de triallate achetée dans la Manche plus faible que dans les 2 autres départements (voir en annexe 4).

Prosulfocarbe, herbicide (céréales, carottes),

Les fréquences de quantification durant la CNEP sont :

France métropolitaine	34,9%
Pays de Bray	100%
Caen la Mer	81,8%
Ouest Manche	47,4%

De même que pour le triallate, le chiffre plus faible à « Ouest Manche » peut en partie s'expliquer par la quantité de prosulfocarbe achetée dans la Manche plus faible que dans les 2 autres départements (voir en annexe 4).

S-Metolachore, herbicide (maïs, arboriculture).

Les fréquences de quantification durant la CNEP sont :

France métropolitaine	34,7%
Pays de Bray	26,5%
Caen la Mer	30,3%
Ouest Manche	47,4%

La présence de cultures de maïs autour du site Ouest Manche explique probablement la présence de S-Métolachlore. On peut remarquer aussi que la quantité de S-Métolachlore achetée dans la Manche est plus importante que dans les 2 autres départements (voir en annexe 4).

Folpel (fongicide utilisé surtout en viticulture, en arboriculture et traite notamment le mildiou). Il est présent en France métropolitaine (26%). En Normandie, les quantités de Folpel achetées dans les départements 76, 14 et 50 apparaissent très faibles par rapport aux autres achats de substances (voir en annexe 4). Il n'est pas du tout détecté sur les 3 sites de mesures de la CNEP.

Les fréquences de quantification durant la CNEP sont :

France métropolitaine	26,6%
Pays de Bray	0%
Caen la Mer	0%
Ouest Manche	0%

Fréquence de quantification

Le **Chlorpyriphos methyl** (insecticide dont l'usage agricole est autorisé au moment de la CNEP, notamment en <u>grandes cultures</u>, mais qui est retiré en février 2020)

Les fréquences de quantification durant la CNEP sont :

France métropolitaine	25,1%
Pays de Bray	70,6%
Caen la Mer	48,5%
Ouest Manche	5,3%

Le chiffre très faible à Ouest Manche s'explique en partie par une quantité de Chlorpyriphos méthyl achetée faible dans la Manche (voir en annexe 4).

Le **Chlorothalonil** (fongicide dont l'usage est autorisé au moment de la CNEP sur les <u>céréales</u> à <u>paille</u> (<u>blé</u>, <u>orge</u>) et les choux, mais qui est retiré au printemps 2020).

Les fréquences de quantification durant la CNEP sont :

France métropolitaine	21,7%
Pays de Bray	32,4%
Caen la Mer	27,3%
Ouest Manche	31,6%

La présence de cultures de céréales à paille autour du site « Ouest Manche », qui possède un double profil agricole « Maraichage » et « Grandes cultures », explique probablement la présence du Chlorothalonil sur ce site.

Résultats en moyennes

La moyenne est regardée, substance par substance, sur la France métropolitaine entière (tous profils agricoles confondus) et sur chacun des sites de mesures normands. (Voir tableau 5). Du fait de l'échantillonnage non régulier, il s'agit ici de la moyenne des moyennes mensuelles pondérées par la durée de prélèvement. Ce mode de calcul permet de s'affranchir de la variabilité de la fréquence d'échantillonnage tout au long de l'année.

(Sur 1269 données ou 381 pour les substances polaires pour la France métropolitaine).

Substances (CNEP)	Moyennes (ng/m³) (Moyennes des moyennes mensuelles pondérées par la durée de prélèvement)			
	France métropolitaine	Pays de Bray	Caen la Mer	Ouest Manche
Nombre de données				
par substance semi- volatile	1269 données	34 données	33 données	19 données
par substance polaire	381 données			51 données
Prosulfocarbe	2.609	2.658	2.241	0.677
Folpel (viticulture)	1.028	<lq< th=""><th><lq< th=""><th><lq< th=""></lq<></th></lq<></th></lq<>	<lq< th=""><th><lq< th=""></lq<></th></lq<>	<lq< th=""></lq<>
Pendimethaline	0.661	1.258	0.427	0.399
Triallate	0.274	0.375	0.306	0.253
Chlorothalonil	0.240	0.307	0.253	0.200
Chlorpyriphos methyl	0.205	0.224	0.199	0.013
Pyrimethanil	0.180	0.001	0.001	0.001
Fenpropidine	0.147	0.022	0.068	0
Metolachlore(-s)	0.097	0.055	0.043	0.116
Spiroxamine	0.066	0.003	0	0
Lindane	0.060	0.075	0.095	0.027
Propyzamide	0.043	0.039	0.059	0.007
Glyphosate	0.039	Pas de mesure	Pas de mesure	0.008
Fluazinam	0.032	0.007	0.006	0
Cyprodinil	0.026	0.007	0.002	0
Chlorprophame	0.026	0	0.080	0
Diflufenicanil	0.024	0.008	0.004	0.010
Fluopyram	0.019	0.022	0.011	0.002

MOYENNES

Clomazone	0.017	0.013	0.018	0.009
Chlorpyriphos ethyl	0.016	0.033	0.003	0.029
2,4-D (ESTERS)	0.016	0.010	0.003	0.018
Tebuconazole	0.015	0.022	0.005	0
Deltamethrine	0.015	0	0	0.031
Pentachlorophenol	0.012	0.010	0.016	0
Cypermethrine	0.010	0	0	0.018
Permethrine	0.009	0.005	0	0
Trifloxystrobine	0.008	0.004	0.001	0
Difenoconazole	0.006	0	0	0
Boscalid	0.006	0	0	0
Dimethenamide(-p)	0.005	0.007	0	0.002
Metazachlore	0.005	0.010	0.001	0.003
Pyrimicarbe	0.003	0	0.004	0
Ethoprophos	0.002	0.001	0.020	0
Epoxiconazole	0.002	0	0	0
Piperonyl butoxide (PBO)	0.002	0.001	0	0
АМРА	0.001	Pas de mesure	Pas de mesure	0.001
Lambda cyhalothrine	0.001	0	0.003	0
Oxadiazon	0.001	2.76E-04	0	0.004
Iprodione	0.001	0.003	0.016	0
Heptachlore	0.001	0.001	0.017	0
2,4-DB (ESTERS)	0.001	0	0	0
Butraline	0.001	0	0.004	0
Metamitrone	0.001	0	0	0
Tolylfluanide	0.001	0.001	0.001	0
Phosmet	0.001	0.006	0	0
Bromoxynil octanoate	4.89E-04	0	0.001	0
Acetochlore	0.0005	0.001	0.001	0
	0.0005			
Ethion	3.97E-04	0	0	0
			0	0
Ethion	3.97E-04	0		

MOYENNES

Diuron	3.42E-04	0	0	0
Cyproconazole	3.40E-04	0.001	0	0
Prochloraz	3.38E-04	0.001	0	0
Triadimenol	2.52E-04	0.001	0	0
Lenacil	2.47E-04	0	0	0
Diclorane	2.33E-04	0	0.004	0
Myclobutanil	2.22E-04	0.001	0	0
Fipronil	2.02E-04	0	0	0
Bifenthrine	1.78E-04	2.76E-04	0	0
Chlordane	1.69E-04	0	0.006	0
Endrine	1.69E-04	0	0.006	0
Etofenprox	1.66E-04	0	0.002	0
Metribuzine	1.53E-04	0.001	0	0
Mirex	1.39E-04	0	0	0
Dimethoate	1.04E-04	0	0	0
Oxyfluorfene	4.42E-05	0	0	0
Bromadiolone	3.62E-05	0	0	0
Glufosinate ammonium	1.84E-05	Pas de mesure	Pas de mesure	0
Carbetamide	0	0	0	0
Chlordecone	0	0	0	0
Dieldrine	0	0	0	0
Oryzalin	0	0	0	0
Tebuthiuron	0	0	0	0
Terbutryne	0	0	0	0

Tableau 5 : Résultats en moyennes des 75 substances mesurées durant la CNEP en France métropolitaine (tous profils agricoles confondus) et sur les 3 sites normands

Résultats les plus élevés en moyennes

Les 15 substances les plus élevées en moyennes en France métropolitaine sont regardées plus précisément sur la figure 16.

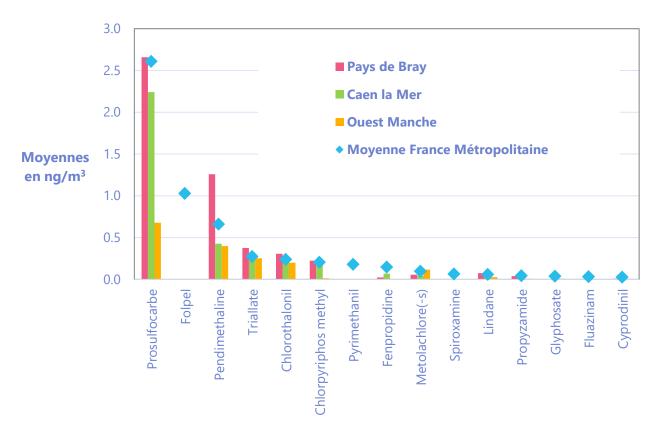


Figure 16 : Présentation des 15 substances ayant les moyennes les plus élevées en France Métropolitaine et/ou sur les 3 sites normands, durant la CNEP de juin 2018 à 2019

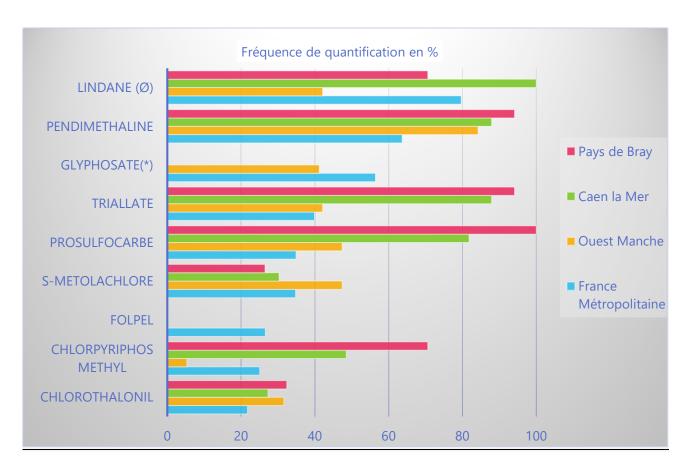


Figure 17: Rappel des 9 substances dont les fréquences de quantification sont supérieures à 20%

Commentaires:

Pour 6 substances, les concentrations moyennes (mesurées sur toute la France) sont supérieures à 0,2 ng/m³. Ces substances comptent aussi parmi les plus fréquemment quantifiées (au-dessus de 20% pour les statistiques nationales). Il s'agit de : Prosulfocarbe, Folpel, Pendiméthaline, Triallate, Chlorothalonil, Chlorpyriphos methyl.

Par contre, bien que le lindane et le glyphosate⁴ soient très fréquemment quantifiés (respectivement 79.6% et 56,4%), ces deux substances ont des concentrations moyennes qui ne dépassent pas 0,1 ng/m³.

Le Folpel, très présent en France Métropolitaine avec une concentration moyenne de 1 ng/m³ (en viticulture et arboriculture notamment) n'est pas retrouvé sur les 3 sites normands (en grande culture ou en maraichage). De fait, la quantité de Folpel achetée pour les départements 76, 14, et 50 n'est pas nulle mais est très faible (comparée aux autres achats de substances). (Voir en annexe 4).

La Pendiméthaline apparait plus présente sur le site « Pays de Bray » qu'au niveau national, probablement car il s'agit d'un site « Grandes cultures » alors que la moyenne en France métropolitaine est calculée sur tous les sites (tous profils agricoles confondus). En effet, l'usage de la Pendiméthaline est particulièrement important sur la majorité des sites « Grandes cultures », comme le montrent les résultats détaillés de la CNEP pour le profil agricole « Grandes cultures » en Annexe 1.

En conclusion, d'une façon générale, les résultats de Normandie coïncident avec ceux de la France métropolitaine (en fréquences de quantification et en moyennes), mis à part le Folpel fréquemment retrouvé au niveau national mais pas sur les 3 sites normands de la campagne.

⁴ Le Glyphosate n'est mesuré que sur le site Ouest Manche durant la CNEP

4.2. Profils saisonniers

Les séries de mesures des 3 sites normands sont présentées ci-dessous sur la période entière s'étendant de juin 2018 à mars 2020, pour les six substances ayant les plus fortes concentrations. Deux périodes se détachent tout particulièrement : la période d'automne (octobre à décembre) et la période printanière et d'été (mars à juillet).

Les herbicides (en bleu) sont très présents en grandes cultures, en automne (d'octobre à novembre) au moment du désherbage d'hiver. En particulier, le Prosulfocarbe (céréales), la Pendiméthaline (céréales), le Triallate (orge). Le S-Métolachlore est utilisé sur le maïs et est mesuré durant l'été, y compris à « Ouest Manche » qui est entouré de champs de maïs. D'une façon générale, ce site « Ouest Manche » possède un profil agricole secondaire « grandes cultures », ce qui explique la présence de pesticides utilisés sur le maïs ou l'orge notamment.

Le fongicide Chlorothalonil (en orange) utilisé sur les céréales à paille est présent au printemps et en été (avril à juillet).

L'insecticide Chlorpyriphos méthyl (en vert) utilisé en grandes cultures au moment de la CNEP est présent presque tout au long de l'année (printemps, été et automne).

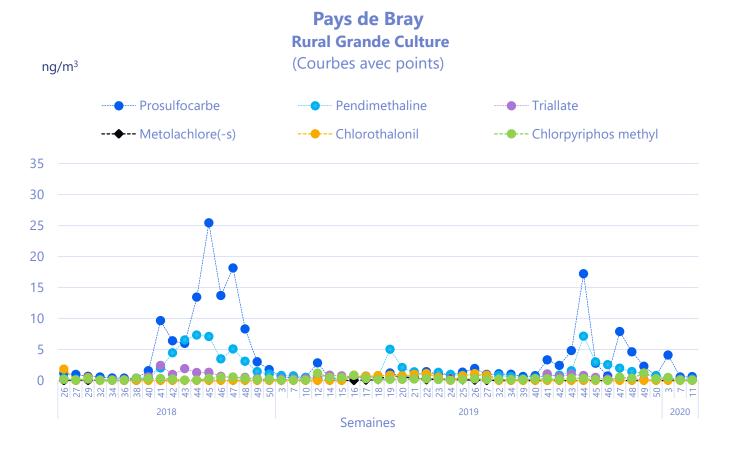
Pour les maraichages, sont généralement réalisés : un désherbage au printemps (Pendimethaline), un traitement sur les insectes en été, puis un traitement antifongique en fin d'été/automne.

Les concentrations sont plus élevées durant l'automne 2018 que durant l'automne 2019. Les précipitations nettement plus importantes que la normale saisonnière d'octobre à décembre 2019 (voir chapitre 3.4) peuvent probablement expliquer cette baisse des concentrations d'herbicides, soit directement en lavant l'atmosphère, soit en suspendant les épandages. Une petite augmentation des concentrations est observée en janvier 2020, alors que la pluviométrie baisse, laissant supposer que de nouveaux épandages ont été réalisés. (Voir chapitre 3.4).

Les teneurs sont plus faibles sur le site rural/maraichage « Ouest Manche ». Une des pistes d'explication est que la force des vents marins dominants de sud-ouest et d'ouest, favorisent probablement la dispersion des pesticides dans l'air. Pour autant le site de mesure choisi est localisé à l'est de la zone de maraichage donc sous les vents dominants d'ouest de celle-ci.

Une autre piste d'explication pourrait être les moindres quantités de substances achetées dans la Manche (comparées aux départements de la Seine Maritime et du Calvados). L'exception est le S-metolachlore plus acheté dans la Manche (voir en annexe 4).

Bien que se trouvant en milieu urbain, et à 2 kilomètres des premiers champs, le site « Caen la mer » enregistre les mêmes pesticides que le site rural / grandes cultures « Pays de Bray », mais à des teneurs légèrement plus faibles. Rappelons que ce site urbain est entouré de Grandes cultures.



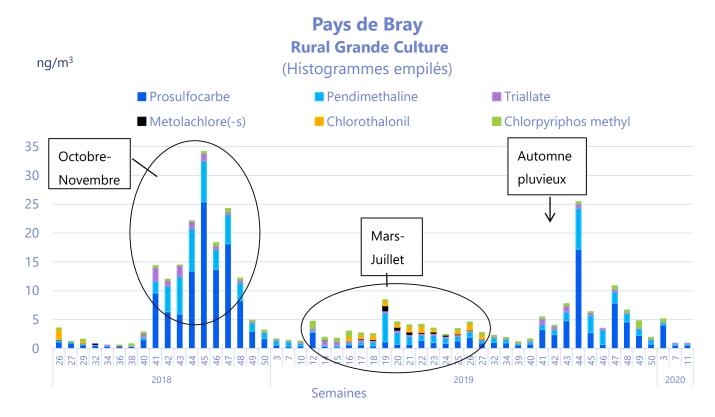
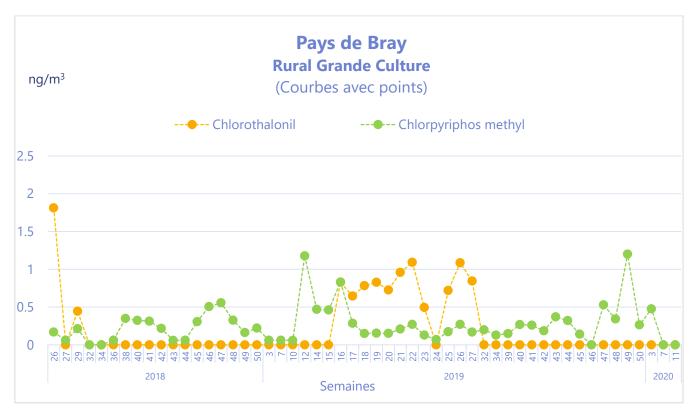


Figure 18 : Profils saisonniers des herbicides (en bleus), fongicide (en orange) et insecticide (en vert) les plus présents sur le site « Pays de Bray »

Echelle différente



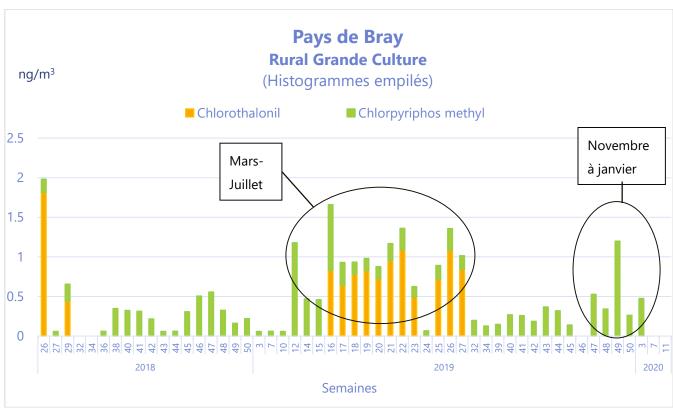


Figure 19 : Profils saisonniers du fongicide (en orange) et de l'insecticide (en vert) les plus présents sur le site « Pays de Bray »

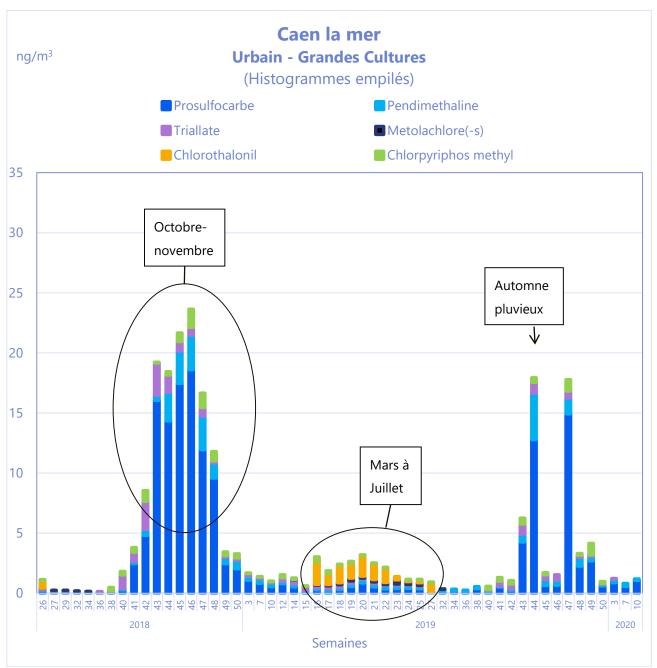
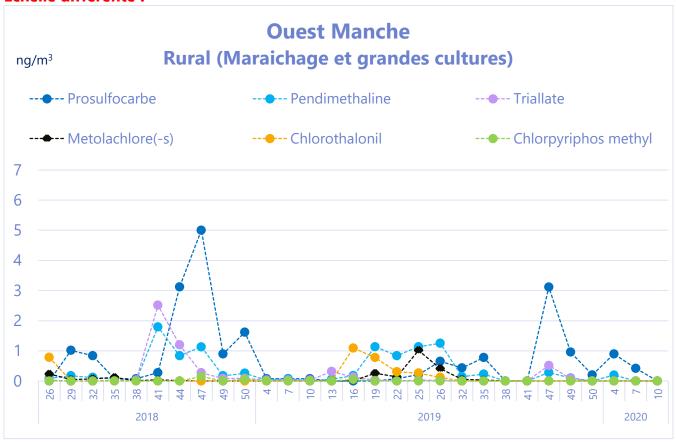


Figure 20 : Profil saisonnier des herbicides (en bleus), du fongicide (en orange) et de l'insecticide (en vert) les plus présents sur le site « Caen la mer »

Echelle différente!



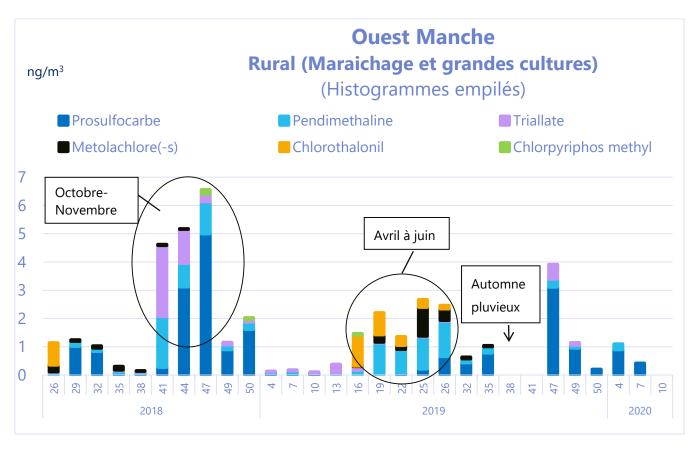


Figure 21 : Profil saisonnier des herbicides (en bleus), du fongicide (en orange) et des insecticides (en vert) les plus présents sur le site « Ouest Manche »

4.3. Cas du Glyphosate

<u>Usages</u>

Le Glyphosate est un herbicide qui a fait l'objet au cours du temps d'un certain nombre d'autorisations et de restrictions d'usage selon le calendrier suivant en France :

- Interdit (comme les autres produits phytosanitaires) depuis 2017, pour l'entretien des espaces verts par les collectivités publiques,
- et pour les particuliers depuis 2019.
- Autorisé en viticulture, arboriculture, grandes cultures (en interculture), forêts ; En-dehors de l'agriculture : Sur certains sites industriels ou militaires, les voies ferrées, les autoroutes, les aéroports, le réseau électrique.
- Des restrictions d'usage préconisées par l'ANSES [III] devraient s'appliquer en 2021, notamment lorsque des alternatives non chimiques au désherbage sont possibles (désherbage mécanique entre les rangs des vignes et des arbres fruitiers, ou recours à des zones enherbées, ou encore, labour entre deux cycles annuels de cultures en grandes cultures),
- une restriction des doses annuelles autorisées pour les usages agricoles est prévue [III].

Résultats des mesures durant la CNEP

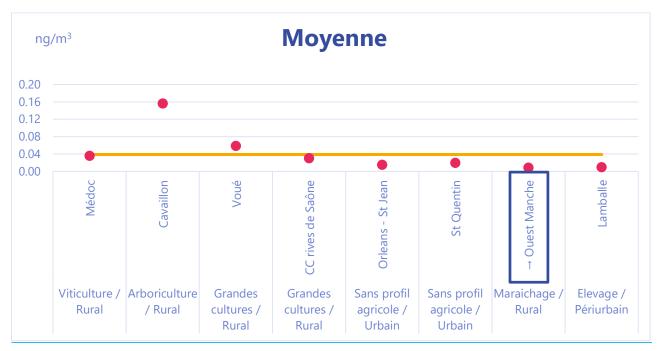
Les résultats du Glyphosate sur les huit sites qui mesuraient les substances polaires en France Métropolitaine durant la CNEP sont présentés sur la figure 22 ci-dessous : en moyenne et en fréquence de quantification.

Commentaires:

Le Glyphosate est très fréquemment quantifié sur les sites de profils agricoles : viticulture, arboriculture (de 75% à 77%) et grandes cultures (de 63% à 67%). Les concentrations moyennes ne dépassent pas cependant 0,2 ng/m³.

Le Glyphosate est quantifié sur le site de mesure normand « Ouest Manche », à une fréquence moindre de 41% et sa moyenne est faible : 0,008 ng/m³. Il n'est pas utilisé en maraichage, mais l'est probablement sur les cultures aux alentours (maïs, blé, orge), en interculture. En effet, le site Ouest Manche a d'une part un profil agricole « Maraichage » et d'autre part un profil agricole secondaire « Grandes cultures ». Rappelons qu'il n'a pas été recherché sur les autres sites normands.

En ce qui concerne, le métabolite du Glyphosate, l'Acide aminomethylphosphonique (AMPA), il est mesuré dans l'air avec une fréquence de quantification faible de 1,31 % (tous sites confondus) et avec des moyennes faibles comprises entre 0,001 et 0,002 ng/m³ sur l'ensemble des sites.



Moyenne France Métropolitaine tous profils agricoles confondus (CNEP)

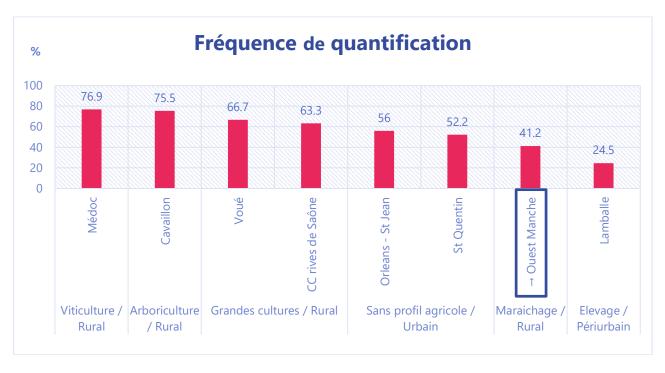


Figure 22 : Résultats du Glyphosate sur les sites de la CNEP

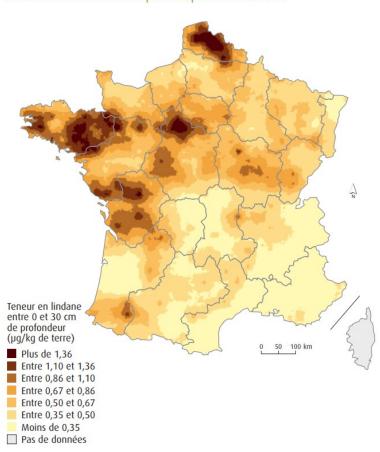
Substances interdites

4.4. Substances interdites

4.4.1. Cas du Lindane

Insecticide organochloré, le lindane a été commercialisé à partir de 1938. Il n'est plus utilisé en agriculture en France depuis le 1 juillet 1998 et depuis 2009 dans le reste du monde. Utilisé pour le traitement des charpentes en tant que biocide notamment, le Lindane a été totalement interdit en France en septembre 2006 pour cet usage. Les préparations pharmaceutiques renfermant du lindane sont retirées de la vente en France depuis le 31 décembre 2008. (Il reste autorisé chez l'homme pour le traitement des poux et de la gale aux Etats Unis hors Californie, uniquement comme traitement de deuxième intention).

<u>Rémanence dans l'air ambiant</u>: Le lindane est un polluant organique persistant (POP). Il est encore présent dans les sols [IV, V] (voir la carte ci-dessous). Très volatil, il se retrouve dans l'air ambiant par volatilisation et par érosion par le vent de sols contaminés et peut avoir une forte dispersion atmosphérique.



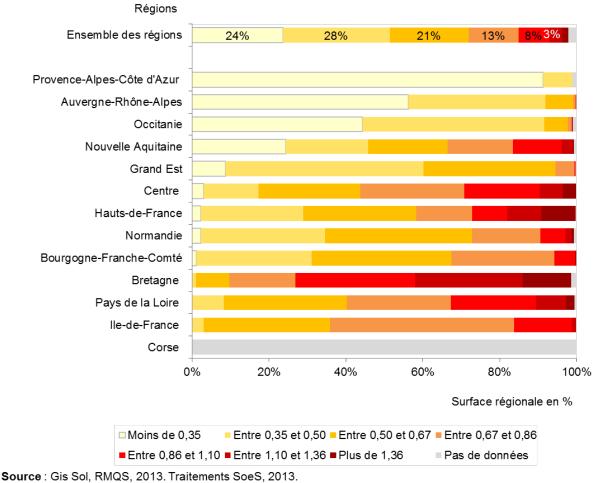
Teneurs en lindane dans la partie superficielle des sols

Source : Gis Sol, RMQS, 2013, d'après Orton et al., 2013 Traitements : SOeS, 2013

Figure 23 : Teneurs en Lindane dans la partie superficielle des sols

Substances interdites

Présence de lindane dans la partie superficielle des sols par région



Rémanence dans l'air intérieur

Le lindane provenant des traitements des charpentes (interdits maintenant) se retrouve en air intérieur. Ainsi, une étude menée par Atmo Nouvelle Aquitaine sur La Rochelle en 2019 montre des niveaux de lindane à l'intérieur des logements sensiblement supérieurs au niveau de fond extérieur et dans certains cas, très nettement plus élevées, témoignant d'une source de lindane importante à l'intérieur du logement. « Ce sont tous des logements de plus de 50 ans, situés sur 3 communes différentes de l'agglomération. Ils ont tous des charpentes ou poutres en bois. Aucun de ces logements ne déclare un traitement de désinsectisation dans les 2 dernières années. Les concentrations en lindane proviennent donc de traitements plus anciens, qui continuent à impacter de manière importante l'air des logements plusieurs années après avoir été réalisés. » [VI] https://www.atmo-nouvelleaguitaine.org/publications/mesure-des-biocides-en-air-interieur

Figure 24 : Détail par régions des teneurs en Lindane dans la partie superficielle des sols

A l'inverse, aujourd'hui, les études menées en France n'ont pas permis de mettre en évidence l'influence du traitement des charpentes par le lindane sur les concentrations en air extérieur.

Les résultats du Lindane (CNEP) :



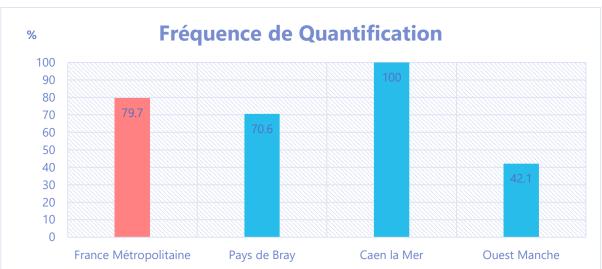


Figure 25 : Résultats du Lindane en France Métropolitaine et sur les 3 sites normands durant la CNEP (source : INERIS)

Commentaire:

Le lindane est fréquemment quantifié partout en France (79,7%), y compris sur les 3 sites normands et en particulier sur le site urbain de Caen (100%)

La fréquence de quantification la plus faible est à « Ouest Manche ». L'augmentation de la force des vents lorsqu'on s'approche du littoral pourrait favoriser la dispersion des pesticides dans l'air.

Les moyennes sont toutes inférieures à 0,1 ng/m³.

Rappelons la date d'arrêt d'utilisation du lindane en France : depuis 1998, et son caractère rémanent.

Substances interdites

4.4.2. Linuron, Oxadiazon

Le Linuron est un herbicide, qui a été utilisé en particulier pour le désherbage des légumes (carottes, poireaux,.) et dont l'usage a été interdit à partir de juin 2018. Le fait de le retrouver de façon épisodique (2 valeurs isolées) sur le site « Ouest Manche » après cette date, peut signifier soit un restant d'utilisation occasionnelle, soit une rémanence de la substance (présence dans le sol et dans l'air par évaporation).

De même pour l'herbicide Oxadiazon (interdit depuis 2015) retrouvé dans l'air à de très faibles concentrations (2 valeurs isolées) sur le site Ouest Manche, qui peuvent elles aussi signifier soit la rémanence de la molécule soit un restant d'utilisation occasionnelle.

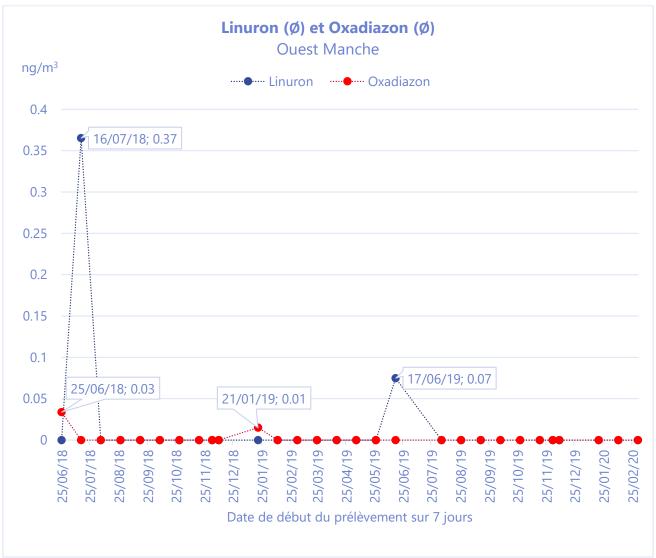


Figure 26 : Présentation des mesures sur 7 jours (non consécutives) du Linuron et de l'Oxadiazon à Ouest Manche

Parmi les 75 substances mesurées, d'autres sont interdites, c'est-à-dire qu'elles ont été retirées avant (ou pendant) la CNEP. Elles sont listées dans le tableau 3 au chapitre 3.3 (avec le sigle Ø).

4.5. Profils agricoles

Commentaire pour le profil : « Grandes cultures »

Le détail des résultats des mesures sur les sites de profil agricole « Grandes cultures » de la CNEP est présenté en Annexe 1 (figure 31). Les sites normands rural « Pays de Bray » et urbain « Caen la Mer » en font partie.

<u>Les herbicides</u>: Pendiméthaline, Prosulfocarbe, Triallate, le fongicide: Chlorothalonil et l'insecticide: Chlorpyriphos méthyl sont très présents sur les sites de profil agricole « Grandes cultures ». Ils sont en effet fréquemment quantifiés et leurs moyennes sont supérieures ou égales aux moyennes nationales tous profils agricoles confondus.

Les concentrations sont légèrement plus faibles sur le site urbain : « Caen la Mer » qu'au niveau du site rural « Pays de Bray ».

La substance herbicide S-Métolachlore semble moins présente que les herbicides cités précédemment.

Le fongicide Folpel n'est pas du tout quantifié sur les sites Normands en Grandes cultures.

Commentaire pour le profil : « Maraichage »

Le détail des résultats des mesures sur les sites de profil agricole « Grandes cultures » de la CNEP est présenté en Annexe 1 (Figure 32). Le site normand rural « Ouest Manche » en fait partie.

<u>Les herbicides</u>: Pendimethaline et Triallate et le fongicide: Chlorothalonil sont présents sur le site « Ouest Manche » à des concentrations légèrement inférieures aux moyennes nationales. Ils sont un peu moins présents qu'en « Grandes Cultures ».

L'herbicide : Prosulfocarbe et l'insecticide : Chlorpyriphos méthyl sont présent sur le site « Ouest Manche » à des teneurs faibles par rapport à la moyenne nationale.

Par contre, l'herbicide « S-Métolachlore » est mesuré au niveau national sur deux sites ruraux de profil « Maraichage » (dont le site « Ouest Manche » à des concentrations un peu supérieures à la moyenne nationale (tous profils agricoles confondus).

<u>Le fongicide</u> : Folpel, n'apparait pas comme spécifique des Maraichages de la Manche (ni d'Henvic dans le Finistère) alors qu'il est quantifié sur les deux autres sites « Maraichage ».

(Voir les précautions de lecture au chapitre 2.7).

4.6. Comparaison avec l'historique

Evolution des substances d'usage agricole :

La fréquence de détection des pesticides durant les campagnes à Coutances (50) et Carentan (50) en 2003-2004, puis à Pirou (50), Coutances (50) et Caen (14) en 2007 (voir figures 28 et 29) met en évidence le nombre important de molécules mesurées à l'époque, qui ont été interdites depuis pour les usages agricoles et n'ont pas été recherchées dans le cadre de la CNEP. La liste des substances analysées varie donc énormément au cours du temps, en fonction d'une part des usages agricoles et d'autre part des améliorations des techniques de piégeage et d'analyse du laboratoire.

En effet, seules 6 des substances sur les 17 mesurées en 2003-2004 sont encore recherchées en 2018 – 2020 (selon la méthodologie de la CNEP), dont une (Metolachlore) est remplacée par S-Metolachlore.

Et sur les 48 substances mesurées en 2007 sur les sites de Pirou, Coutances, et Caen, seules 18 font encore partie de la liste des 75 substances recherchées durant la CNEP en 2018.

Certaines substances sont fréquemment détectées durant les 3 campagne de mesure. C'est le cas par exemple de la Pendiméthaline et du Lindane.

Substances analysées en commun

Campagne 2003-2004	Campagne 2007	CNEP en 2018-2019
(Sur 17 substances)	(Sur 48 substances)	(Sur 75 substances)
	Acetochlore	Acetochlore
	Bromoxynil octanoate	Bromoxynil octanoate
Chlorpyriphos ethyl	Chlorpyriphos ethyl	Chlorpyriphos ethyl
	Chlorpyriphos methyl	Chlorpyriphos methyl
	Cyproconazole	Cyproconazole
	Cyprodinil	Cyprodinil
	Deltamethrine	Deltamethrine
	Diflufenicanil	Diflufenicanil
Diuron	Diuron	Diuron
Lindane	Lindane	Lindane
Linuron	Linuron	Linuron
	Metazachlore	Metazachlore
Metolachlore		
	Metolachlore(-s)	Metolachlore(-s)
	Metribuzine	Metribuzine
	Oxadiazon	Oxadiazon
Pendimethaline	Pendimethaline	Pendimethaline
	Prochloraz	Prochloraz
	Tebuconazole	Tebuconazole

Figure 27 : Substances en commun lors des 3 campagnes de mesures en 2003, 2007 et 2018 en ex-Basse Normandie

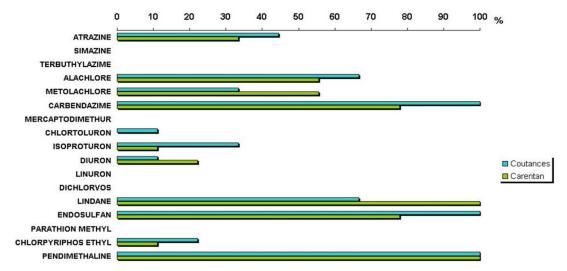


Figure 28 : Fréquence de détection des substances mesurées à Coutances et Carentan en 2003-2004

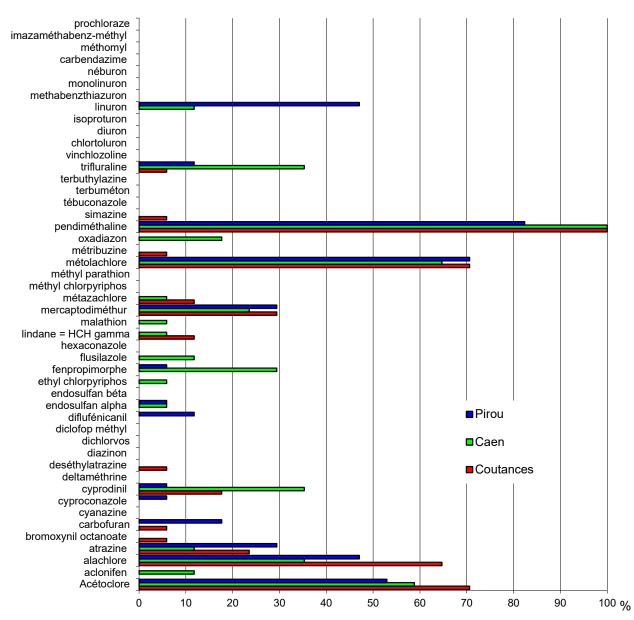


Figure 29 : Fréquence de détection des substances mesurées à Pirou, Coutances et Caen en 2007

Le même laboratoire (IANESCO, Poitiers) a réalisé les analyses. Cependant, les limites de quantification du laboratoire ont évolué entre 2003 et 2018. Elles sont plus basses pour plusieurs substances en 2018-2020. Les résultats sont bien sûr affectés par les changements de limite de quantification. Par exemple, le Lindane va être plus souvent quantifié en raison d'une limite de quantification plus basse. Cela peut aussi avoir pour conséquence d'augmenter les concentrations de cette substance dans la mesure où des valeurs très faibles peuvent être quantifiées et prises en compte dans les calculs (moyennes) alors qu'elles étaient considérées comme nulles auparavant.

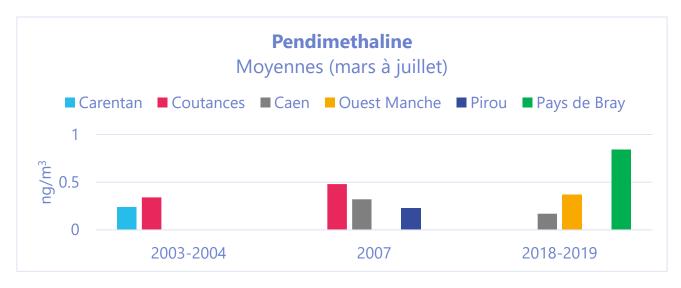
L'augmentation temporaire en 2007 de la limite de quantification du Lindane s'explique par l'utilisation par le laboratoire d'une méthode d'analyse moins sensible (GC-MS) que sur les autres périodes (analyses par GC-MS-MS). De façon générale les appareils ont gagné en sensibilité au cours du temps, d'où une limite de quantification pour le lindane de 5 ng/échantillon aujourd'hui contre le 15 en 2003. (source IANESCO).

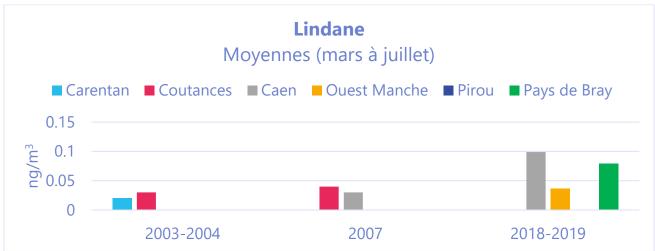
LABORATOIRE IANESCO		L	Q
		n	ıg
	2003-	2007	2018-
	2004		2020
METOLACHLORE	15	NR	NR
S-METOLACHLORE	NR	15	5
DIURON	50	50	25
LINURON	50	50	25
LINDANE	15	50	5
CHLORPYRIPHOS ETHYL	10	10	10
PENDIMETHALINE	25	25	10

Tableau 6 : Evolution des limites de quantification de quelques substances

ng piégé non corrigé des taux de récupération NR: non recherché

Evolution entre 2003 et 2020





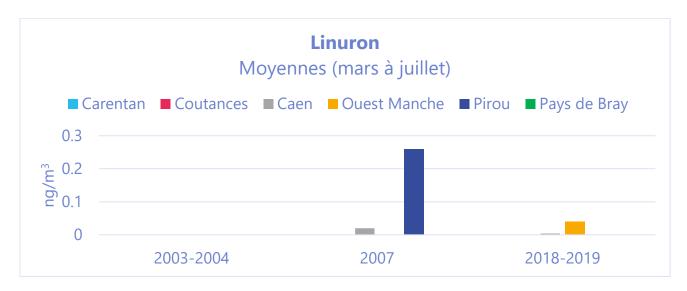


Figure 30 : Historique des résultats de mesures (en moyennes sur la période printemps / été)

Evolution entre 2003 et 2020

Commentaire:

L'évolution est présentée sur la figure ci-dessus pour 3 substances, et pour 3 campagnes de mesures, en moyennes sur les mois de mars à juillet. En effet, les campagnes de mesures antérieures (2003-2004 et 2007) avaient eu lieu sur la période de printemps et d'été.

La Pendiméthaline, herbicide utilisé en grandes cultures comme en maraichage, est retrouvée durant les 3 campagnes de mesure. La concentration sur le site Pays de Bray (de profil « Grandes cultures ») en 2018-2019 est un peu plus élevée.

Le lindane (insecticide interdit depuis 1998) est mesuré à des concentrations qui restent du même ordre de grandeur (inférieures à 0,1 ng/m³) qu'en 2003-2004. Des concentrations légèrement plus élevées sont cependant observées en 2018-2019, probablement en raison d'une limite de quantification plus basse du laboratoire pour cette dernière campagne.

Le Linuron, mesuré en 2007 près des maraichages (Pirou), n'est par la suite presque plus détecté. En effet, son usage d'herbicide en maraichage est interdit à partir de 2009, puis à partir de 2018 selon les produits. La faible concentration mesurée sur le site Ouest Manche en 2019 peut peut-être s'expliquer par la rémanence de cette substance (sa présence dans les sols et dans l'air par volatilisation) ou par un restant d'utilisation occasionnelle.

5. Conclusion et perspectives

La campagne de mesure exploratoire des résidus de pesticides dans l'air ambiant qui s'est déroulée de juin 2018 à mars 2020 sur trois sites normands a apporté des éléments de connaissance précieux sur le sujet. Le fait que cette campagne était cadrée au niveau national (ANSES, INERIS, AASQA, Fédération ATMO FRANCE), mais aussi au niveau local (constitution d'un groupe de Travail régional), a contribué à consolider et harmoniser la méthodologie pour le suivi de ces substances. Cette étude visait une analyse de 75 substances pesticides à usages agricoles et non agricoles.

La campagne de mesure exploratoire a permis d'identifier les 8 substances les plus fréquemment quantifiées (de 20% à 80%) dans l'air sur les sites normands de la campagne. Il s'agit de la Pendimethaline, du Glyphosate⁵, du Triallate, du Prosulfocarbe et du S-Metolachore pour les herbicides ; du Lindane (interdit) et du Chlorpyriphos methyl pour les insecticides, et enfin du Chlorothalonil dans la famille des fongicides. Cinq de ces substances enregistrent par ailleurs les plus fortes concentrations (> 0.2 ng/m³ en moyennes). Ce n'est pas le cas du Lindane et du Glyphosate qui sont détectés à de très faibles concentrations.

En l'absence de valeurs de références réglementaires et sanitaires sur les données de pesticides dans l'air, la comparaison avec la France métropolitaine permet de situer les résultats régionaux. D'une façon générale, les résultats de Normandie coïncident avec ceux de la France métropolitaine (mis à part le Folpel fréquemment retrouvé au niveau national notamment en viticulture mais pas sur les 3 sites normands de la campagne).

Cependant, à l'heure actuelle, l'absence de Valeurs Toxicologiques de Référence VTR par inhalation dans l'air ambiant ne permet pas de conclure sur les aspects sanitaires et de dire si une substance largement retrouvée dans l'air ambiant aux concentrations les plus fortes est plus dangereuse ou non pour la santé qu'une autre substance présente à de plus faibles concentrations.

Certaines substances interdites sont retrouvées après leur date de retrait, du fait de leur rémanence. C'est notamment le cas du Lindane, très fréquemment quantifié (proche de 80%) sur toute la France métropolitaine ainsi qu'en Normandie mais à des concentrations faibles inférieures à 0,1 ng/m³).

Le Glyphosate fait partie des molécules les plus quantifiées au niveau des détections en France mais en faible quantité.

Des profils saisonniers ont été tracés pour les 3 sites de mesure normands, mettant en évidence deux périodes d'augmentation nettes des concentrations de pesticides, coïncidant avec les traitements agricoles : le printemps (s'étendant jusqu'à l'été pour certaines substances) et l'automne.

Les séries de mesure de la campagne d'Atmo Normandie comprennent en tout deux périodes d'automne et une période printanière. En perspective, afin de disposer d'un meilleur recul sur deux

61 / 79

⁵ Le Glyphosate n'a été mesuré en Normandie que sur le site « Ouest Manche » sur la période de juin 2018 à juin 2019 Rapport Atmo Normandie

Conclusion

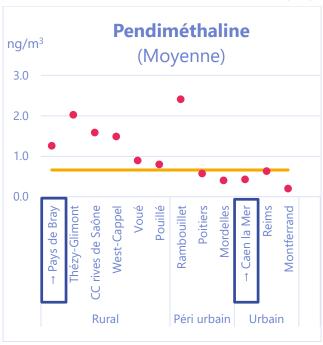
périodes printanières avec des conditions météorologiques et de traitement agricoles différents, Atmo Normandie propose de poursuivre les mesures dans les mêmes conditions au printemps 2021. Enfin, pour la suite, il sera important de maintenir une veille sur les interdictions et autorisations des nouvelles substances actives qui évoluent rapidement dans les usages agricoles afin d'adapter la liste des substances d'intérêt et de dimensionner le futur suivi des pesticides dans l'air en Normandie.

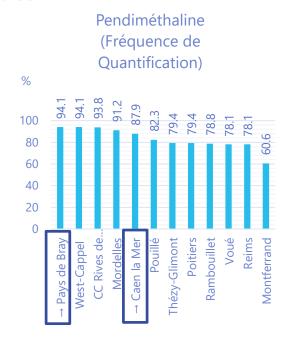
6. Annexes

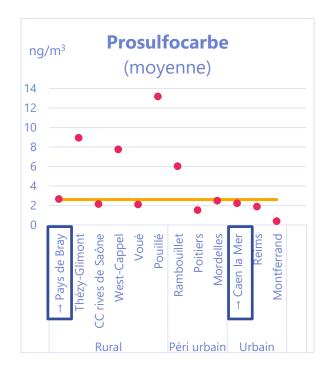
Annexe 1 : Résultats par profils agricoles

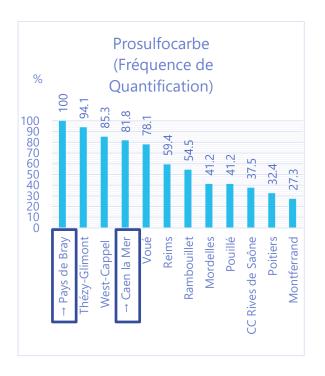
Résultats détaillés pour le profil agricole « Grandes cultures » (CNEP)

Herbicides

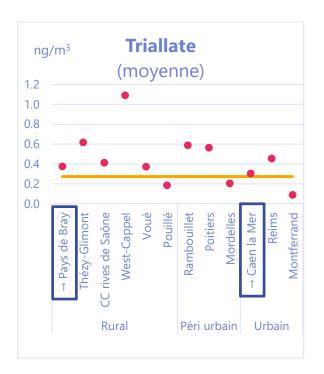


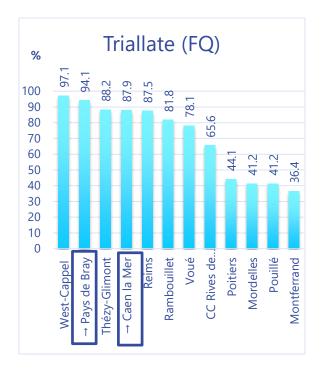


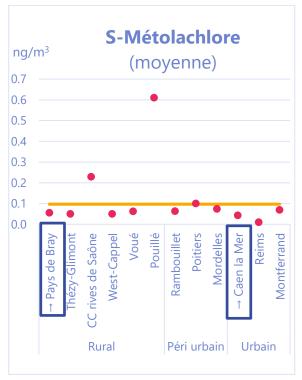


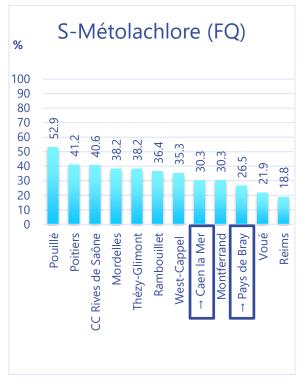


Moyenne France Métropolitaine tous profils agricoles confondus (CNEP)



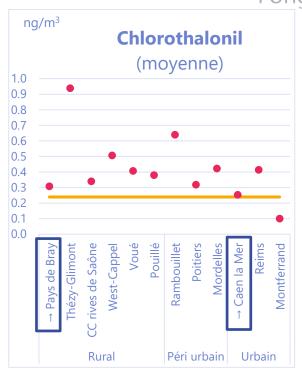


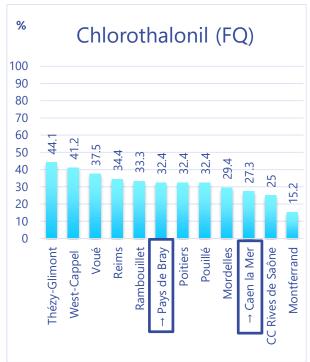


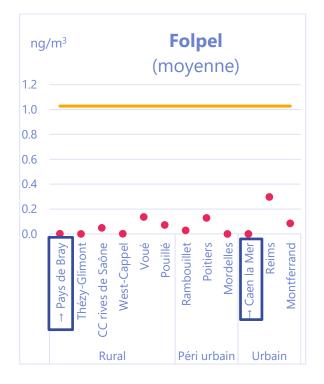


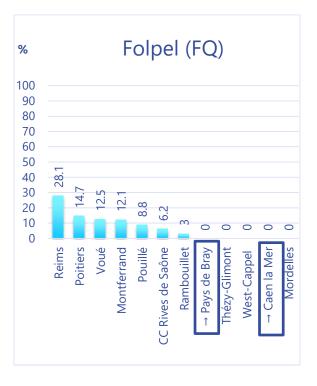
Moyenne France Métropolitaine tous profils agricoles confondus (CNEP)

Fongicides









- Moyennes pour les sites de profil agricole « Grandes cultures » (CNEP)
 (Sur 32 à 34 données selon les sites)
 - Moyenne France Métropolitaine tous profils agricoles confondus (CNEP)
- FQ: Fréquence de quantification
- → Site en Normandie

Insecticide

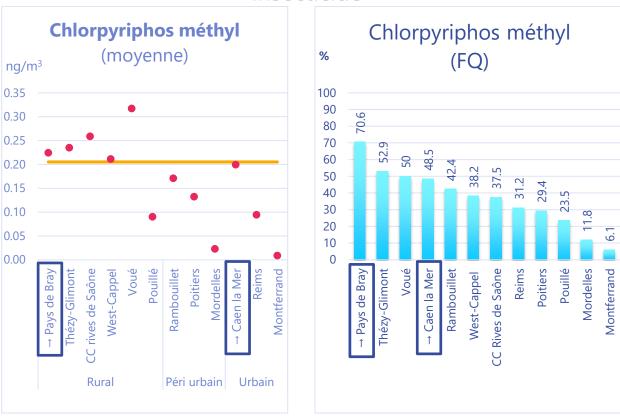
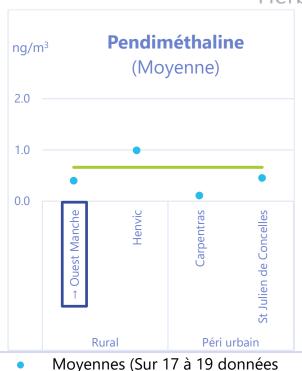


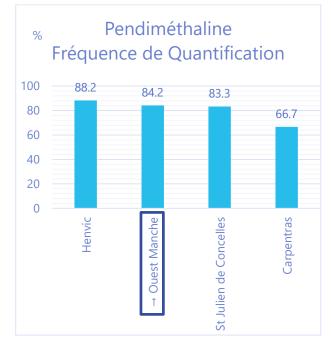
Figure 31 : Moyennes des concentrations durant la CNEP pour le profil "Grandes cultures"

Résultats détaillés pour le profil agricole « Maraichage » (CNEP)

- Moyennes pour les sites de profil agricole « Maraichage » (CNEP)
 (Sur 17 à 19 données selon les sites)
- Moyenne France Métropolitaine tous profils agricoles confondus (CNEP)

Herbicides





Moyennes (Sur 17 à 19 données selon les sites)
 Moyenne France Métropolitaine tous profils agricoles confondus

(CNEP)

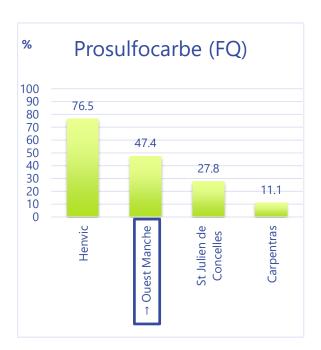
Prosulfocarbe

(moyenne)

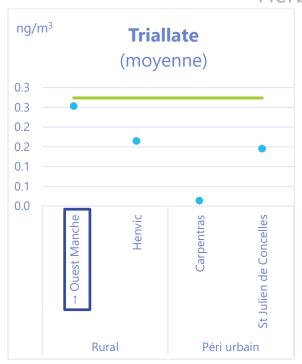
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0

Rural

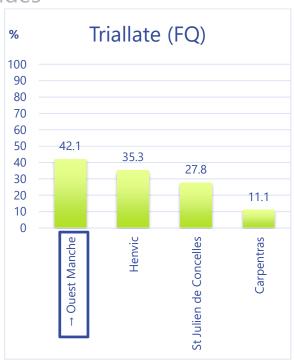
Péri urbain

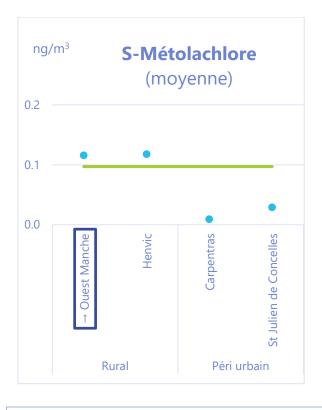


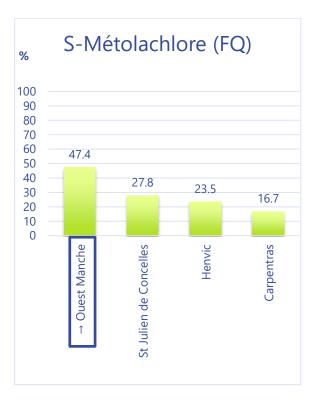
- Moyennes pour les sites de profil agricole « Grandes cultures » (CNEP)
 (Sur 17 à 19 données selon les sites)
 Moyenne France Métropolitaine tous profils agricoles
 - Herbicides



confondus (CNEP)



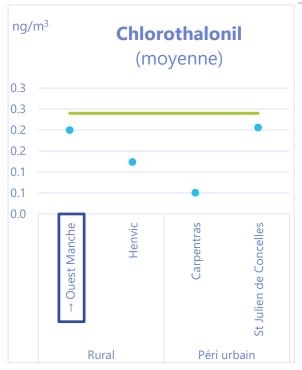


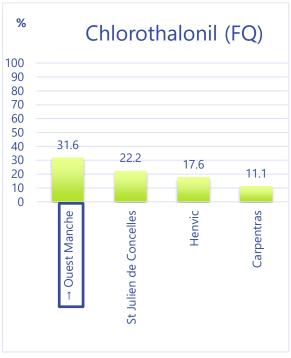


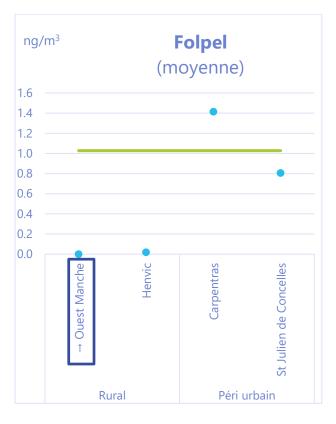
Moyennes pour les sites de profil agricole « Grandes cultures » (CNEP)
 (Sur 17 à 19 données selon les sites)

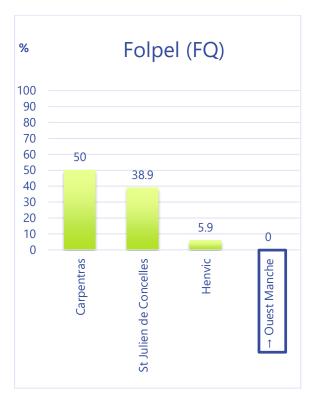
 Moyenne France Métropolitaine tous profils agricoles confondus (CNEP)

Fongicides









- Moyennes pour les sites de profil agricole « Grandes cultures » (CNEP)
 (Sur 17 à 19 données selon les sites)
 - Moyenne France Métropolitaine tous profils agricoles confondus (CNEP)

Insecticide

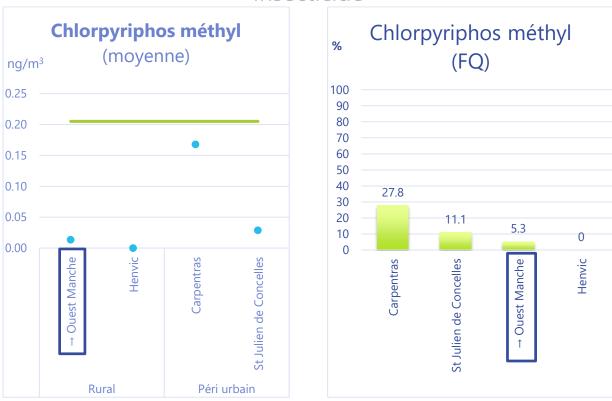


Figure 32 : Moyennes des concentrations durant la CNEP pour le profil "Maraichage »

Annexe 2 : Limites de détection (LD) et de quantification (LQ)

Pour les 75 substances de la CNEP (Laboratoire IANESCO)

Substance	LD	LQ
	ng/m³	ng/m³
Acetochlore (Ø)	0.018	0.060
Bromadiolone (*)	0.045	0.149
Bromoxynil	0.036	0.119
Carbetamide	0.045	0.149
Chlordane (*)	0.179	0.595
Chlordecone (Ø)	0.045	0.149
Cyproconazole	0.045	0.149
Dieldrine (Ø)	0.089	0.298
Dimethoate (Ø)	0.089	0.298
Endrine (Ø)	0.179	0.595
Glufosinate ammonium	0.003	0.009
Mirex (Ø)	0.018	0.060
Oryzalin	0.045	0.149
Oxyfluorfene	0.045	0.149
Prochloraz (*)	0.045	0.149
Tebuthiuron (Ø)	0.045	0.149
Terbutryne (Ø)	0.045	0.149
Tolylfluanide (Ø)	0.036	0.119
Triadimenol	0.045	0.149
Bifenthrine (Ø)	0.009	0.030
Diclorane (Ø)	0.045	0.149
Etofenprox	0.036	0.119
Fipronil (Ø)	0.036	0.119
lprodione (Ø)	0.045	0.149
Linuron (Ø)	0.045	0.149
Metribuzine	0.018	0.060
Myclobutanil	0.036	0.119
2,4-DB	0.036	0.119
Diuron (Ø)	0.045	0.149
Ethion (*Ø)	0.018	0.060
Fenarimol (Ø)	0.018	0.060
Flumetraline (Ø)	0.036	0.119
Heptachlore (Ø)	0.018	0.060
Lenacil (*)	0.036	0.119
Phosmet	0.036	0.119
Butraline (Ø)	0.045	0.149
Difenoconazole (*)	0.045	0.149
Epoxiconazole	0.045	0.149
Ethoprophos (*Ø)	0.018	0.060
Metamitrone (*)	0.045	0.149
Pyrimicarbe (*)	0.045	0.149

Cypermethrine	0.071	0.238
Lambda cyhalothrine	0.018	0.060
Deltamethrine	0.036	0.119
Permethrine (Ø)	0.036	0.119
Piperonyl butoxide (*)	0.018	0.060
Boscalid	0.045	0.149
Oxadiazon (Ø)	0.009	0.030
Dimethenamide(-p) (*)	0.045	0.149
AMPA	0.022	0.074
Pentachlorophenol (Ø)	0.045	0.149
Trifloxystrobine	0.036	0.119
Metazachlore	0.022	0.074
Chlorprophame	0.045	0.149
2,4-D	0.009	0.030
Fluopyram	0.045	0.149
Spiroxamine (*)	0.045	0.149
Fluazinam	0.045	0.149
Tebuconazole	0.045	0.149
Clomazone (*)	0.045	0.149
Chlorpyriphos ethyl	0.018	0.060
Pyrimethanil	0.018	0.060
Fenpropidine (*)	0.045	0.149
Diflufenicanil	0.009	0.030
Cyprodinil	0.018	0.060
Propyzamide (*)	0.018	0.060
Chlorothalonil	0.071	0.238
Chlorpyriphos methyl	0.036	0.119
(*)		
Folpel	0.054	0.179
S-Metolachlore	0.009	0.030
Prosulfocarbe	0.045	0.149
Triallate (*)	0.018	0.060
Glyphosate	0.003	0.009
Pendimethaline	0.018	0.060
Lindane (*Ø)	0.009	0.030

Annexe 3 : Réglementation de l'usage agricole des pesticides

Cadre européen:

- Règlement (CE) 396/2005 limites maximales de résidus
- Règlement (CE) 1107/2009 mise sur le marché
- Directive 2009/128/CE utilisation durable
- Règlement (CE) 1185/2009 statistiques

Avec des actualisations récentes notamment liées aux autorisations de mises sur le marché dans la base de données E-Phy de l'ANSES https://ephy.anses.fr/

Cadre national:

- Code rural et de la pêche maritime, livre II articles 250 à 257 (L et R)
- Textes d'application (contrôle pulvérisations ; registre des ventes ; mélanges ; pollutions ; ...)

Le site Ecophytopic en recense une partie :

https://ecophytopic.fr/search/base-reglementation#collapse-cadrereglementaire

Un guide global édité par le réseau des chambres d'agriculture : « GUIDE PHYTOSANITAIRE - Sécurité, fonctionnalité, aménagement, réglementation - Protection de l'utilisateur - Respect de l'environnement »

https://chambres-agriculture.fr/publications/toutes-les-publications/la-publication-endetail/actualites/quide-phytosanitaire-pour-tout-savoir-sur-la-reglementation-edition-2021/

Base de données achats

Annexe 4 : Achats des substances (2019)

Origine des données :

La Loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 (LEMA) oblige les distributeurs agréés pour la vente de produits phytopharmaceutiques (PPP) à déclarer leurs ventes annuelles sur le territoire national avant le 31 mars de l'année suivant celles-ci. Les déclarations doivent être réalisées auprès des agences et offices de l'eau dont dépendent les sièges des distributeurs. Les données déclaratives doivent permettre d'améliorer la traçabilité des ventes de PPP, et d'établir le montant de la redevance pour pollutions diffuses (RPD). Ce montant varie en fonction de la quantité et de la composition de chaque produit commercialisé, le code de l'environnement (art. L. 213-10-8) définissant les catégories de substances taxées et les taux associés. Les données déclaratives alimentent la banque nationale des ventes de PPP par les distributeurs agréés (BNV-D). Les saisies de quantités de produits vendus sont ensuite transformées en quantités de substances actives grâce à un référentiel de données fournissant la composition des produits et le classement des substances au regard des arrêtés pris chaque année listant les substances soumises à la redevance pour pollutions diffuses.

Les déclarations des distributeurs sont enregistrées sous deux formes :

- Le format bilan, en vigueur depuis 2008, détaille les ventes des distributeurs établis en France ou les achats effectués auprès d'un distributeur établi à l'étranger et non redevable ;
- Le format registre, en vigueur depuis 2013, ajoute le code postal de l'acheteur au détail des ventes de chaque distributeur établi en France.

<u>Les données de vente par département</u> issues de la BNV-D sont renseignées aux points de ventes. (Elles n'apportent pas d'information sur les lieux d'utilisation). Elles sont disponibles via le lien suivant : http://www.data.eaufrance.fr/jdd/bd45f801-45f7-4f8c-b128-a1af3ea2aa3e

<u>Les données d'achat au code postal</u> sont disponibles via le lien suivant : http://www.data.eaufrance.fr/jdd/a69c8e76-13e1-4f87-9f9d-1705468b7221

Base de données achats

<u>Dans le tableau ci-dessous</u>, les données d'achat issues du fichier BNVD_2020_ACHAT_CP_NORMANDIE_2019.csv sont présentées ci-dessous :

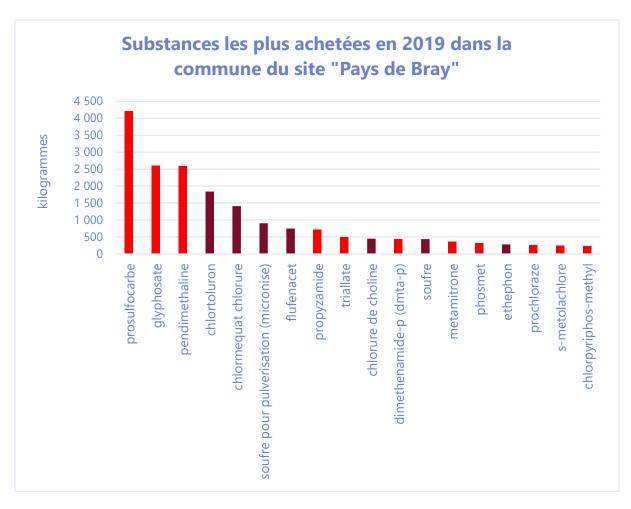
- pour l'année 2019,
- sommées par département (pour les départements 76, 14 et 50 où ont été réalisées les mesures de pesticides),
- et seulement pour les 8 substances de la liste CNEP qui ressortent comme les plus fréquemment quantifiées dans l'air ambiant lors de la campagne (hors le lindane interdit d'utilisation) : Prosulfocarbe, Glyphosate, Pendimethaline, Chlorothalonil, Triallate, Chlorpyriphos-methyl, S-metolachlore et Folpel.

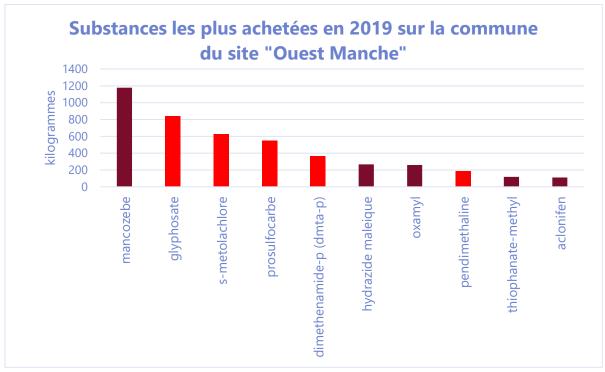
Source: BNVD 2020 ACHAT CP NORMANDIE 2019

Année	Substance active		le substance ac	hetée
		SEINE-MARITIME	kilogrammes) CALVADOS	MANCHE
2019	Prosulfocarbe	86 694.5	56 779.2	19 032.0
2019	Glyphosate	91 253.5	65 909.2	44 881.6
2019	Pendimethaline	26 077.9	15 153.6	14 029.8
2019	Chlorothalonil	16 356.0	16 128.6	6 781.8
2019	Triallate	7 626.0	4 341.6	76.8
2019	Chlorpyriphos-methyl	6 859.8	4 032.9	224.2
2019	S-metolachlore	6 548.5	15 683.8	37 600.7
2019	Folpel	314.9	117.0	30.0

Tableau 7 : Quantité de substances achetées en 2019 (pour les 8 substances de la liste CNEP les plus fréquemment quantifiées dans l'air)

Base de données achats





Les substances mesurées dans la campagne nationale sont colorées en rouge vif

Figure 33 : Substances les plus achetées en 2019 (source : BNVD_2020_ACHAT_CP_NORMANDIE_2019

Périodes de mesures

Annexe 5 : Périodes de mesures

Période (Suite)

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

45

46

47

48

49

50

51

52

53

Date

début

Date

fin

21/10/19 28/10/19

28/10/19 04/11/19

04/11/19 12/11/19

12/11/19 18/11/19

18/11/19 23/11/19

25/11/19 02/12/19

02/12/19 09/12/19

09/12/19 16/12/19

13/01/20 20/01/20

10/02/20 17/02/20

09/03/20 16/03/20

04/11/19 12/11/19

12/11/19 18/11/19

18/11/19 23/11/19

25/11/19 02/12/19

02/12/19 09/12/19

09/12/19 16/12/19

13/01/20 20/01/20

10/02/20 17/02/20

09/03/20 16/03/20

Calendrier « Grandes cultures »
<u>Sites</u> : Pays de Bray, Caen la Mer

	<u>Sites</u> : Pays de Bra			
Période	Date	Date		
	début	fin		
1	25/06/18	02/07/18		
2	02/07/18	09/07/18		
3	16/07/18	23/07/18		
4	06/08/18	13/08/18		
5	20/08/18	27/08/18		
6	03/09/18	10/09/18		
7	17/09/18	24/09/18		
8	01/10/18	08/10/18		
9	08/10/18	15/10/18		
10	15/10/18	22/10/18		
11	22/10/18	29/10/18		
12	29/10/18	05/11/18		
13	05/11/18	12/11/18		
14	12/11/18	19/11/18		
15	19/11/18	26/11/18		
16	26/11/18	03/12/18		
17	03/12/18	10/12/18		
18	10/12/18	17/12/18		
19	14/01/19	21/01/19		
20	11/02/19	18/02/19		
21	04/03/19	11/03/19		
22	18/03/19	25/03/19		
23	01/04/19	08/04/19		
24	08/04/19	15/04/19		
25	15/04/19	23/04/19		
26	23/04/19	29/04/19		
27	29/04/19	06/05/19		
28	06/05/19	13/05/19		
29	13/05/19	20/05/19		
30	20/05/19	27/05/19		
31	27/05/19	03/06/19		
32	03/06/19	11/06/19		
33	11/06/19	17/06/19		
34	17/06/19	24/06/19		
35	24/06/19	01/07/19		
36	01/07/19	08/07/19		
37	05/08/19	12/08/19		
38	19/08/19	26/08/19		
39	23/09/19	30/09/19		
40	30/09/19	07/10/19		
41	07/10/19	14/10/19		
42	14/10/19	21/10/19		

Calendrier « Maraichage	>>
<u>Site</u> : Ouest Manche	

Période	Date	Date
1	début	fin
2	25/06/2018	02/07/2018
	16/07/2018	23/07/2018
3	06/08/2018	13/08/2018
4	27/08/2018	03/09/2018
5	17/09/2018	24/09/2018
6	08/10/2018	15/10/2018
7	29/10/2018	05/11/2018
8	19/11/2018	26/11/2018
9	03/12/2018	10/12/2018
10	10/12/2018	17/12/2018
11	21/01/2019	28/01/2019
12	11/02/2019	18/02/2019
13	04/03/2019	11/03/2019
14	25/03/2019	01/04/2019
15	15/04/2019	23/04/2019
16	06/05/2019	13/05/2019
17	27/05/2019	03/06/2019
18	17/06/2019	24/06/2019
19	24/06/2019	01/07/2019
20	05/08/2019	12/08/2019
21	26/08/2019	02/09/2019
22	16/09/2019	23/09/2019
23	07/10/2019	14/10/2019
24	18/11/2019	25/11/2019
25	02/12/2019	09/12/2019
26	09/12/2019	16/12/2019
27	20/01/2020	27/01/2020
28	10/02/2020	17/02/2020
29	02/03/2020	09/03/2020

7. Bibliographie

[I] **LCSQA/Ineris**-DRC-20-172794-02007C - Résultats de la Campagne Nationale Exploratoire de mesure des résidus de Pesticides dans l'air ambiant (2018-2019)

https://www.ineris.fr/fr/ineris/actualites/publication-resultats-campagne-exploratoire-nationale-mesure-residus-pesticides

https://www.lcsqa.org/fr/rapport/resultats-de-la-campagne-nationale-exploratoire-de-mesure-des-residus-de-pesticides-dans

[II] **ANSES** - Campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air ambiant : premières interprétations sanitaires – Préambule - Rapport d'appui scientifique et technique - Juin 2020 - Édition scientifique

https://www.anses.fr/fr/content/pesticides-dans-I%E2%80%99air-ext%C3%A9rieur-I%E2%80%99anses-identifie-les-substances-n%C3%A9cessitant-une-%C3%A9valuation

https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2020SA0030Ra.pdf

[III] **ANSES** - https://www.anses.fr/fr/content/glyphosate-l%E2%80%99anses-publie-les-r%C3%A9sultats-de-son-%C3%A9valuation-comparative-avec-les-alternatives

[IV] Science direct - Science of The Total Environment - Spatial distribution of Lindane concentration in topsoil across France – 2013

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969712014039?via%3Dihub#www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969712014039?via%3Dihub#

[V] https://ree.developpement-durable.gouv.fr/donnees-et-ressources/graphiques/article/presence-de-lindane-dans-la-partie-superficielle-des-sols-par-region

[VI] **Atmo Nouvelle Aquitaine** - Mesure des biocides en air intérieur – Agglomération de la Rochelle - septembre 2018 à novembre 2019.

https://www.atmo-nouvelleaguitaine.org/publications/mesure-des-biocides-en-air-interieur

RETROUVEZ TOUTES NOS **PUBLICATIONS** SUR : www.atmonormandie.fr

Atmo Normandie

3 Place de la Pomme d'Or, 76000 ROUEN

Tél.: +33 2.35.07.94.30 Fax: +33 2.35.07.94.40 contact@atmonormandie.fr

