



# Mesure des biocides en air intérieur

**Mesure 10.5 du PRSE de Nouvelle Aquitaine : « Améliorer la connaissance des expositions aux biocides au domicile »**

Période de mesure : septembre 2018 à novembre 2019

Commune et département d'étude : Agglomération de La Rochelle (17)



**Référence** : R&D\_EXT\_17 216

**Version du** : 17/09/2020

**Auteur** : Agnès Hulin

---

Contact Atmo Nouvelle-Aquitaine :  
E-mail : [contact@atmo-na.org](mailto:contact@atmo-na.org)  
Tél. : 09 84 200 100

**Titre** : Mesure des biocides en air intérieur

**Reference** : R&D\_EXT\_17 216

**Version** : 17/09/2020

Cette action a été financée et réalisée en partenariat avec la DREAL Nouvelle-Aquitaine dans le cadre de la mise en œuvre de la mesure 10.5 du PRSE "Améliorer la connaissance des expositions aux biocides au domicile"

**Nombre de pages** : 49 (couverture comprise)

	Rédaction	Vérification	Approbation
<b>Nom</b>	Agnès Hulin	NA	Rémi Feuillade
<b>Qualité</b>	Responsable études et modélisation	NA	Directeur délégué
<b>Visa</b>			

### Conditions d'utilisation

**Atmo Nouvelle-Aquitaine fait partie du dispositif français de surveillance et d'information sur la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application.**

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Atmo Nouvelle-Aquitaine est garant de la transparence de l'information sur les résultats de ces travaux selon les règles suivantes :

- Atmo Nouvelle-Aquitaine 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.atmo-nouvelleaquitaine.org](http://www.atmo-nouvelleaquitaine.org))
- les données contenues dans ce rapport restent la propriété d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. En cas de modification de ce rapport, seul le client sera informé d'une nouvelle version. Tout autre destinataire de ce rapport devra s'assurer de la version à jour sur le site Internet de l'association.
- en cas d'évolution de normes utilisées pour la mesure des paramètres entrant dans le champ d'accréditation d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, nous nous engageons à être conforme à ces normes dans un délai de 6 mois à partir de leur date de parution
- toute utilisation totale ou partielle de ce document doit faire référence à Atmo Nouvelle-Aquitaine et au titre complet du rapport.

Atmo Nouvelle-Aquitaine ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aura pas donnée d'accord préalable. Dans ce rapport, les incertitudes de mesures ne sont pas utilisées pour la validation des résultats des mesures obtenues.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Nouvelle-Aquitaine :

- depuis le [formulaire de contact](#) de notre site Web
- par mail : [contact@atmo-na.org](mailto:contact@atmo-na.org)
- par téléphone : 09 84 200 100

# Sommaire

<b>1. Contexte.....</b>	<b>6</b>
1.1. Les biocides .....	7
1.2. Etat des connaissances sur la présence de biocides à l'intérieur des logements.....	7
1.2.1. Les utilisations de biocides et autres produits pesticides dans les logements (Pesti'home) [Anses, 2019]8	
1.2.2. Etat des lieux par l'ORP de la contamination de l'air intérieur par les pesticides [Anses, 2010].....	9
<b>2. Organisation de la campagne de mesure .....</b>	<b>11</b>
2.1. Polluants suivis et méthodes de mesure .....	11
2.1.1. Echantillonnage dans l'air intérieur .....	11
2.1.2. Liste des substances actives recherchées dans le cadre de l'étude.....	11
2.2. Les caractéristiques des logements étudiés dans le cadre de l'étude .....	13
2.2.1. La situation de l'agglomération de La Rochelle vis-à-vis des termites .....	14
2.3. Les données de comparaison utilisées en air extérieur .....	15
<b>3. Résultats des campagnes de mesures .....</b>	<b>16</b>
3.1. Données de synthèse.....	16
3.2. Toxicité des molécules détectées .....	18
3.3. Les insecticides.....	21
3.3.1. Lindane .....	21
3.3.2. Endosulfan .....	22
3.3.3. Dieldrine.....	23
3.3.4. Chlorpyriphos-éthyl .....	24
3.3.5. Perméthrine.....	25
3.3.6. 2,4DDT et 4,4DDT .....	26
3.3.7. PBO (Piperonyl Butoxide), synergisant des pyréthriinoïdes.....	27
3.3.8. Autres insecticides.....	27
3.4. Les fongicides .....	28
3.4.1. Tolyfluanide .....	29
3.4.2. Diphénylamine.....	29
3.4.3. Les autres fongicides.....	30
3.5. Les herbicides .....	32
3.5.1. Chlorprophame .....	32
3.5.2. Les autres herbicides.....	33
<b>4. Conclusions.....</b>	<b>34</b>
<b>5. Perspectives.....</b>	<b>35</b>

# Annexes

<b>Annexe 1 : concentrations moyennes par molécule et par logement .....</b>	<b>39</b>
<b>Annexe 2 : Calendrier de prélèvement par logement .....</b>	<b>42</b>
<b>Annexe 3 : Comparaison des valeurs air intérieur/air extérieur pour les molécules quantifiées.....</b>	<b>45</b>
<b>Annexe 4 : conseils pour améliorer la qualité de l'air en intérieur .....</b>	<b>46</b>
<b>Annexe 5 : Critères de danger considérés pour la santé humaine .....</b>	<b>47</b>

### **Polluants**

- PM<sub>10</sub> particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm (particules grossières)
- PM<sub>2,5</sub> particules de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm (particules fines)

### **Unités de mesure**

- g gramme
- mg milligramme (= 1 millionième de gramme = 10<sup>-3</sup> g)
- µg microgramme (= 1 millionième de gramme = 10<sup>-6</sup> g)
- ng nanogramme (= 1 milliardième de gramme = 10<sup>-9</sup> g)
- m<sup>3</sup> mètre cube

### **Abréviations**

- AASQA Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air
- AFNOR Agence Française de NORmalisation
- Anses Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
- ARS Agence Régional de la Santé
- DJA Dose Journalière Admissible
- GC-MSMS chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse en tandem
- INERIS Institut National de l'Environnement industriel et des RISques
- LC-MSMS chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem
- Id limite de détection
- Iq limite de quantification
- PNSE Plan National Santé Environnement
- PRSE Plan Régional Santé Environnement
- SA Substance Active

### **Définitions**

- diamètre aérodynamique diamètre d'une particule sphérique, d'une masse volumique de 1 g/cm<sup>3</sup> et ayant la même vitesse de chute que la particule considérée

La mesure des pesticides en air extérieur fait l'objet d'un suivi réalisé par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air depuis le début des années 2000. Les résultats sont regroupés au sein d'une base nationale qui contient aujourd'hui plus de 700 000 données d'analyse. En revanche, la contamination de l'air intérieur par les pesticides, notamment par les usages biocides ou antiparasitaires (humain et vétérinaire) est beaucoup moins documentée.

Bien que les tonnages concernés soient nettement moins élevés, l'utilisation des produits pesticides dans des lieux clos comme les habitations peut conduire à des phénomènes d'accumulation favorisés par des conditions faiblement dispersives. L'objectif du projet, mené dans le cadre du PRSE de Nouvelle-Aquitaine, est d'évaluer la contamination de l'air des logements par les substances actives des molécules insecticides, fongicides ou herbicides. Pour cela, 125 prélèvements d'air intérieur ont été réalisés sur une vingtaine d'habitations de l'agglomération de La Rochelle. La liste des substances recherchées a été constituée à partir des molécules les plus courantes en usage domestique ainsi que les molécules les plus détectées dans la littérature à l'intérieur des logements (air, poussières, ...).

Sur les 35 molécules recherchées, 18 ont été quantifiées dont : 4 fongicides, 3 herbicides, 10 insecticides, 1 synergisant. Bien que la question des pesticides dans les logements soit aujourd'hui encore peu étudiée, cette campagne menée sur l'agglomération de La Rochelle montre que les concentrations détectées dans l'air intérieur peuvent être nettement supérieures aux niveaux généralement mesurés en air extérieur. Ainsi 37% des valeurs quantifiées sont supérieures à  $1\text{ng}/\text{m}^3$  en air intérieur, contre seulement 14 % en air extérieur pour la campagne de mesures de 2019.

Parmi les molécules recherchées, ce sont les insecticides qui présentent les plus fortes valeurs, en particulier ceux utilisés contre les termites. Aucun des logements étudiés n'a déclaré d'opération de désinsectisation dans les 2 ans précédant l'étude, il s'agit donc de relargage issu de traitements plus anciens.

Les 3 molécules aux concentrations les plus fortes sont trois insecticides aujourd'hui interdits d'utilisation : lindane, endosulfan et dieldrine. Ils sont encore présents dans certains logements avec des niveaux élevés.

Parmi les molécules détectées, certaines peuvent ne pas avoir été utilisées par les habitants des logements, mais être relarguées à partir de meubles ou tissus traités avant leur achat. C'est le cas potentiellement de la diphénylamine, du tolylfluamide ou de la perméthrine. La perméthrine appartient également à une autre catégorie de contamination potentielle : les traitements antiparasitaires vétérinaires ou humains, où l'on trouve aussi le fipronil.

Les herbicides ont été très peu détectés dans cette étude, malgré la présence d'un jardin attenant à la résidence dans 68% des logements. Seul le chlorprophame, utilisé notamment comme anti germinatif, a été détecté sur les  $\frac{3}{4}$  des logements étudiés. Il ne s'agirait pas là d'une utilisation par les résidents mais de l'introduction dans le logement d'un produit traité avant son achat.

Cette étude locale porte sur un nombre limité de logements, ce qui ne permet pas d'extrapoler les résultats sur une population plus grande. Mais les niveaux parfois élevés détectés, ainsi que le nombre de molécules différentes retrouvées incitent à aller plus loin dans l'étude des molécules pesticides présentes dans l'air des logements.

La nature des molécules détectées montre qu'il ne faut pas se focaliser uniquement sur l'utilisation directe et courante des biocides par les résidents, mais s'intéresser aussi aux utilisations et expositions indirectes de biocides via les tissus, meubles, denrées qui ont été introduits dans les logements ou via des traitements de désinsectisation réalisés par le passé.

# 1. Contexte

La contamination de l'air par les pesticides est une composante de la pollution atmosphérique qui demeure moins documentée que d'autres milieux. Il n'existe pas à ce jour de plan de surveillance national, ni de valeur réglementaire sur la contamination en pesticides dans les différents milieux aériens (air ambiant et air intérieur). Aujourd'hui cependant, la situation s'accélère avec une volonté certaine d'avancer sur la problématique au niveau national. La seconde version du plan Ecophyto demande notamment, la mise en œuvre des mesures sur la qualité de l'air.

La mesure des pesticides en air extérieur fait l'objet d'un suivi réalisé par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air depuis le début des années 2000. Les résultats sont regroupés au sein d'une base nationale qui contient aujourd'hui plus de 700 000 données d'analyse. En revanche, la contamination de l'air intérieur par les pesticides, notamment par les usages biocides ou antiparasitaires (humain et vétérinaire) est beaucoup moins documentée. Bien que les tonnages concernés soient nettement moins élevés, l'utilisation des produits pesticides dans des lieux clos comme les habitations peut conduire à des phénomènes d'accumulation favorisés par des conditions faiblement dispersives.

Les pesticides à l'intérieur des logements sont présents sous forme gazeuse ou particulaire, en suspension dans l'air ou déposée au sol. Trois sources peuvent être distinguées :

- l'utilisation directe de produits à l'intérieur du logement (insecticides, antiparasitaires...),
- l'émanation des matériaux traités introduits dans le bâtiment : meubles, tissus,...,
- l'air extérieur.

L'objectif du projet est d'évaluer la contamination de l'air des logements par les substances actives présentes dans les produits insecticides, fongicides ou herbicides d'usage domestique. L'étude a été réalisée suite aux travaux d'élaboration du PRSE Nouvelle Aquitaine, en 2017, qui ont notamment abouti à la mesure 10.5 : "Améliorer la connaissance des expositions aux biocides au domicile".

Pour cela, 125 prélèvements d'air intérieur ont été effectués sur une vingtaine d'habitations de l'agglomération de La Rochelle. La liste des substances recherchées a été constituée à partir des molécules les plus courantes en usage domestiques ainsi que les molécules les plus détectées dans la littérature à l'intérieur des logements (air, poussières, ...). Des questionnaires ont été complétés par les participants sur les caractéristiques générales des logements et sur les activités dans les logements pendant la période de mesures.

Cette étude, [inscrite dans la mesure 10.5 du PRSE](#), n'a pas pour objectif de quantifier l'ensemble des substances pesticides présentes dans les logements. Elle ne traite que des produits d'utilisation non agricole. Les molécules phytosanitaires (usage agricole) susceptibles de se retrouver par transport depuis l'air extérieur vers l'intérieur des logements n'ont pas été recherchées.

Elle a pour objectif d'acquérir des connaissances dans un domaine jusqu'à présent peu investigué et réglementé, à savoir la contamination de l'air intérieur de l'habitat par des molécules contenues dans des pesticides "domestiques". L'étude se limite à la diffusion des résultats et n'inclue pas l'appréciation du risque individuel pour chaque personne résidant dans les logements concernés. Cette étude, portant sur un nombre limité de logements, ne permet pas de conclure si les résultats relèvent ou non d'une situation particulière ou pourraient être plus largement généralisées.

## 1.1. Les biocides

Un sens large est généralement donné au terme « pesticides », puisqu'il inclut les produits utilisés ou ayant été utilisés en tant que produits phytopharmaceutiques, les produits biocides et les antiparasitaires humains et vétérinaires. Ces quatre catégories font l'objet de réglementations à l'échelon européen et national définissant les procédures d'homologation préalables à leur éventuelle mise sur le marché.

L'objectif du projet est d'évaluer la contamination de l'air des logements par les pesticides domestiques et industriels (via les matériaux ou tissus importés dans le logement). Ce sont donc potentiellement les 3 catégories suivantes de pesticides qui sont considérées dans le projet :

- **Les produits biocides** (règlement CE n°528/2012) permettent de lutter contre les organismes nuisibles pour la santé humaine ou animale et les organismes qui endommagent les matériaux naturels ou manufacturés. Ils sont classés en 22 types de produits parmi lesquels on distingue 4 classes principales : les désinfectants, les produits de protection, les produits de lutte contre les nuisibles et les « autres usages » tels que les antifouling (produits anti-salissures pour les coques de bateaux).
- **Les antiparasitaires vétérinaires** (directive 2001/82/CE, modifiée par la directive 2004/28/CE) qui présentent des propriétés préventives ou curatives pour les maladies animales ;
- **Les antiparasitaires humains** (directive 2001/83/CE, modifiée par la directive 2004/27/CE).

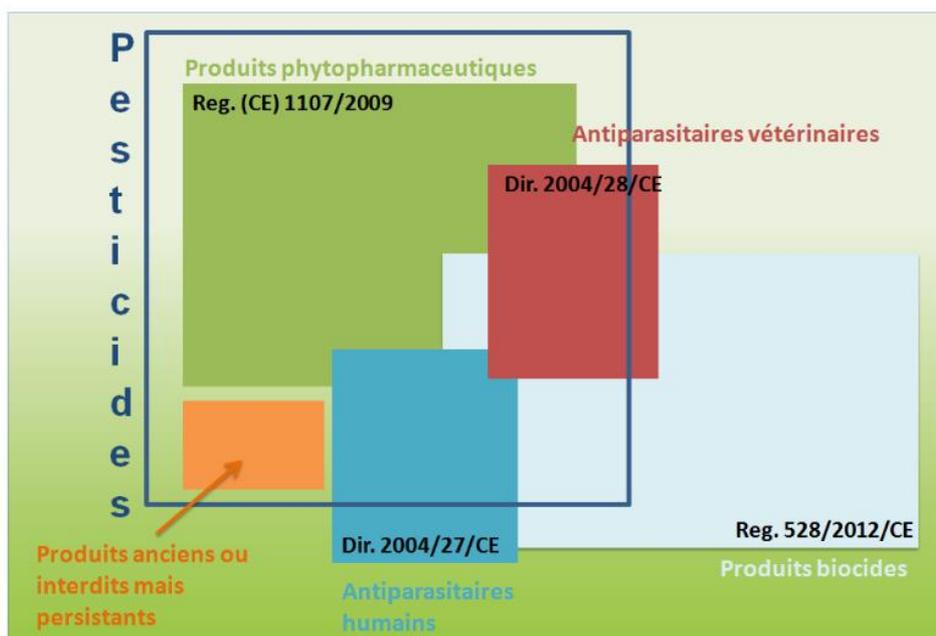


Figure 1 : Définition des pesticides en fonction des réglementations existantes (source ORP internet2)

## 1.2. Etat des connaissances sur la présence de biocides à l'intérieur des logements

Les mesures de pesticides menées depuis 20 ans par les AASQA ont souvent spécifiquement ciblé l'air extérieur et les produits phytosanitaires et se sont beaucoup moins intéressées à l'air intérieur et aux produits biocides et antiparasitaires. Hormis quelques campagnes ponctuelles, on dispose de très peu de données sur le sujet (hors locaux professionnels à pollution spécifique).

En 2010, L'Anses dans le cadre de l'ORP avait fait une synthèse de quatre études, menées en France depuis 2001, principalement dans les logements, : la campagne pilote de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI), la thèse EXPOPE (évaluation des expositions des enfants franciliens aux pesticides organophosphorés), le projet Habit'Air Nord-Pas de Calais et les travaux de l'association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air en Bourgogne, Atmos'Air Bourgogne.

Quelques études menées depuis ont également porté sur le sujet des pesticides dans l'air intérieur. En 2015, une campagne de mesure de grande ampleur a été menée pour connaître l'état de la contamination des logements en composés organiques semi-volatils (COSV) parmi lesquels plusieurs pesticides. Ce travail a été coordonné par le CSTB et l'EHESP dans le cadre des travaux de l'OQAI\*, en lien avec le Programme national de recherche sur les perturbateurs endocriniens (PNRPE) et le programme de recherche Environnement-Santé-Travail de L'Anses.

Enfin, L'Anses a réalisé l'étude Pesti'home afin de mieux connaître les pratiques et les usages des pesticides des Français à leur domicile, dans les habitations, les jardins ou encore pour traiter les animaux domestiques. Cette étude dresse un aperçu complet des produits pesticides utilisés à domicile, les conditions d'utilisation ainsi que les profils des utilisateurs.

### 1.2.1. Les utilisations de biocides et autres produits pesticides dans les logements (Pesti'home) [Anses, 2019]

L'Anses a réalisé l'étude Pesti'home afin de mieux connaître les pratiques et les usages des pesticides des Français à leur domicile, dans les habitations, les jardins ou encore pour traiter les animaux domestiques. Cette étude dresse un aperçu complet des produits pesticides utilisés à domicile, les conditions d'utilisation ainsi que les profils des utilisateurs.

L'étude Pesti'home se focalise sur les usages des particuliers, mais ne tient pas compte de la contamination passive des logements à travers les surfaces (meubles, tissus,..) traités et importés dans le logement, le plus souvent sans connaissance des produits de fabrication/traitement utilisés.

L'étude a été réalisée en France métropolitaine en 2014 auprès d'un échantillon représentatif des ménages répartis sur l'ensemble du territoire. Au total, **1 507 ménages ont participé à l'enquête**, basée sur un questionnaire et un inventaire à domicile des produits stockés.

Les résultats ont été publiés en septembre 2019, il n'a donc pas été possible d'utiliser les conclusions de l'étude dans le choix des molécules mesurées dans l'air des logements de la Rochelle.

Il ressort de l'étude Pesti'home que l'utilisation des pesticides à domicile est généralisée : 75% des ménages ont utilisé au moins un produit pesticide dans les 12 mois précédant la date de l'enquête.

Les produits les plus utilisés sont les **insecticides** : 84% des ménages ayant utilisé des pesticides ont employé des insecticides dans l'année. Ce sont principalement des biocides utilisés contre les insectes volants (40% des ménages) et les insectes rampants (28%), et des médicaments vétérinaires pour lutter contre les parasites des animaux de compagnie (61% des ménages ayant un animal domestique). La moitié des utilisateurs d'insecticides en utilisent au moins 3 fois par an.

Viennent ensuite les **herbicides** et les **produits de lutte contre les maladies des plantes d'extérieur**, utilisés respectivement par 22% et 20% des foyers ayant un espace extérieur : jardin, terrasse, balcon. Les herbicides sont utilisés au moins 2 fois par an par la moitié des utilisateurs, tout comme les fongicides.

Enfin, les **répulsifs cutanés humains**, tels que les répulsifs contre les moustiques, utilisés par 12 % des utilisateurs à une fréquence importante : au moins 6 utilisations par an pour la moitié des ménages et plus de 25 fois par an pour un quart des ménages.

Le tableau suivant liste les 20 substances les plus fréquemment utilisées par les ménages :

Rang	Nom de la substance	Score des fréquences d'utilisation
1	PBO <sup>1</sup>	2979
2	tétraméthrine	2891
3	perméthrine	2627
4	chrysanthemum cinerariaefolium (extraits)	2243
5	phénothrine (d-)	2213
6	pralléthrine	1822
7	fipronil	1574
8	cyperméthrine	1366
9	métaldéhyde	1152
10	tétraméthrine (d-)	1142
11	imidaclopride	1011
12	glyphosate	958
13	transfluthrine	835
14	sulfate de cuivre	823
15	ir3535 <sup>2</sup>	802
16	alléthrine (d-)	747
17	géraniol	644
18	deet <sup>3</sup>	610
19	bifenthrine	548
20	icaridine	540
21	méthoprène	517
22	deltaméthrine	454

Tableau 1 : liste des 22 substances les plus fréquemment utilisées (Pesti'home, ANSES)

1 Le Piperonyl Butoxide n'est pas une substance active mais un synergisant des pyréthriinoïdes.

2 Cette substance est aussi appelée butylacétylaminopropanoate d'éthyle ou butylacétylaminopropionate d'éthyle.

3 Cette substance est aussi appelée N,N-Diéthyl-meta-toluamide

### 1.2.2. Etat des lieux par l'ORP de la contamination de l'air intérieur par les pesticides [Anses, 2010]

Quatre études, menées en France entre 2001 et 2010, principalement dans les logements, ont été recensées par L'Anses en 2010 dans le cadre de l'ORP : la campagne pilote de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI), la thèse EXPOPE (évaluation des expositions des enfants franciliens aux pesticides organophosphorés), le projet Habit'Air Nord-Pas de Calais et les travaux de l'association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air en Bourgogne, Atmosf'Air Bourgogne.

Toutes ces études montrent la rémanence dans l'air intérieur de certains composés, pour certains, interdits, comme le lindane, et la présence dans l'air intérieur et les poussières déposées au sol de composés non détectés dans l'air extérieur. Limités à des échantillons restreints de logements (une seule étude a concerné des bâtiments recevant du public), ces travaux ne sont pas représentatifs de la contamination des lieux clos en France et mériteraient ainsi d'être élargis à d'autres régions, d'autres types d'environnements intérieurs et éventuellement d'autres substances.

Néanmoins, les études examinées permettent d'aboutir au bilan suivant en environnement intérieur, depuis 2001 :

- 84 substances ont été recherchées ;
- 38 substances ont été détectées au moins une fois ;
- 5 substances ont été systématiquement mesurées à chaque campagne dès lors qu'elles étaient recherchées. Il s'agit du **chlorpyrifos, de l' $\alpha$ -endosulfan, du fenthion, du lindane et du propoxur**. L' $\alpha$ -endosulfan et le lindane ont été recherchés dans les 4 campagnes ;
- 2 substances n'ont jamais été détectées alors qu'elles ont été recherchées dans toutes les études. Il s'agit de **l'éthyl-parathion et du métolachlore** ;
- 4 substances ont été mesurées très fréquemment. Il s'agit **du diazinon, du dichlorvos, du  $\beta$ -endosulfan et de la dieldrine**.

## 2. Organisation de la campagne de mesure

### 2.1. Polluants suivis et méthodes de mesure

En 2001, l'INERIS a publié pour l'OQAI et le CSTB un rapport concernant la « Mise au point des techniques de prélèvement et d'analyse des biocides dans l'environnement intérieur » [INERIS, 2001].

La méthodologie s'est basée en partie sur ce rapport ainsi que sur les pratiques en œuvre à Atmo Nouvelle Aquitaine pour les prélèvements actifs en air ambiant.

#### 2.1.1. Echantillonnage dans l'air intérieur

La technique utilise un échantillonneur à faible débit pour collecter les composés présents dans l'air sur une cartouche absorbante contenant une mousse en polyuréthane pour la collecte de la phase gazeuse et une membrane filtrante en quartz à l'entrée de la cartouche pour la collecte de la phase particulaire.

Seule la fraction PM10 des particules est prélevées dans la phase particulaire.

L'échantillonneur de type microvol est généralement installé dans la partie la plus fréquentée du logement pour une durée de 7 jours, renouvelée 6 fois pour 3 prélèvements en période estivale, et 3 prélèvements en période hivernale. Au total 125 prélèvements ont été réalisés.

Les mesures se sont déroulées de septembre 2018 à novembre 2019. Le calendrier détaillé des prélèvements par logement est disponible à l'annexe 2.

Les analyses des échantillons ont été confiées au laboratoire IANESCO Chimie de Poitiers. Elles ont été réalisées par chromatographie en phase gazeuse ou phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem en fonction des molécules selon la norme AFNOR XPX 43-059.

Les résultats d'analyses font la distinction entre limite de détection et limite de quantification :

- limite de détection (LD) : concentration la plus basse à laquelle il est possible de détecter un composé,
- limite de quantification (LQ) : concentration la plus basse à laquelle il est possible de quantifier avec exactitude un composé.

#### 2.1.2. Liste des substances actives recherchées dans le cadre de l'étude

La sélection des substances étudiées dans le projet porte sur les substances actives (SA) des produits commercialisés, et non sur les co-formulants ou sur les adjuvants pour lesquels peu de connaissance est disponible. Une exception est faite pour le PBO, souvent présent dans l'air et beaucoup utilisé en tant que synergisant des produits insecticides. De même, les produits de transformation n'ont pas été pris en compte.



Figure 2 : implantation du microvol dans un logement

La liste des substances recherchées a été constituée à partir des molécules les plus courantes en usage domestique ainsi que les molécules les plus détectées dans la littérature à l'intérieur des logements (air, poussières, ...).

Il ne s'agit pas d'une liste exhaustive de produits biocides, mais de molécules potentiellement présentes dans les logements du fait de leur usage domestique.

On trouve dans cette liste des molécules à usage :

- Insecticides : lutte contre les insectes nuisibles
- Herbicides : lutte contre les « mauvaises herbes »
- Fongicides : lutte contre les moisissures
- Synergisant : les synergisants sont des produits chimiques qui n'ont pas d'effets pesticides mais qui améliorent les propriétés pesticides d'autres produits chimiques.

Substance active	Numéro CAS*	Technique d'analyse	LD (ng/filtre)	LQ (ng/filtre)
2,4DDT	94-75-7	GCMSMS	10	3
2,4-D	50-29-3	GCMSMS	5	1.5
4,4DDT	17121-04-03	GCMSMS	20	6
Bifenthrine	188425-85-6	GCMSMS	5	1.5
Boscalid	1897-45-6	LCMSMS ESI +	25	7.5
Chlorothalonil	101-21-3	GCMSMS	40	12
Chlorprophame	2921-88-2	GCMSMS	25	7.5
Chlorpyrifos éthyl	5598-13-0	GCMSMS	10	3
Chlorpyrifos méthyl	81777-89-1	GCMSMS	20	6
Clomazone	68359-37-5	LCMSMS ESI +	25	7.5
Cyfluthrine	57966-95-7	GCMSMS	30	9
Cymoxanil	52315-07-8	LCMSMS ESI +	25	7.5
Cyperméthrine	121552-61-2	GCMSMS	40	12
Cyprodinil	52918-63-5	GCMSMS	10	3
Deltaméthrine	62-73-7	GCMSMS	20	6
Dichlorvos	60-57-1	GCMSMS	25	7.5
Dieldrine	119446-68-3	GCMSMS	50	15
Difenoconazole	122-39-4	LCMSMS ESI +	25	7.5
Diphenylamine	115-29-7	GCMSMS	10	3
Endosulfan	33855-98-8	GCMSMS	20	6
Epoxiconazole	80844-07-1	LCMSMS ESI +	25	7.5
Etofenprox	67306-00-7	GCMSMS	10	3
Fenpropidine	120068-37-3	LCMSMS ESI +	25	7.5
Fipronil	79622-59-6	GCMSMS	20	6
Fluazinam	133-07-3	LCMSMS ESI -	25	7.5
Folpel	01/08/2164	GCMSMS	30	9
Lenacil	58-89-9	GCMSMS	20	6
Lindane	52645-53-1	GCMSMS	5	1.5
Permethrine	51-03-6	GCMSMS	20	6
Piperonyl butoxide (PBO)	53112-28-0	GCMSMS	10	3
Pyrimethanil	118134-30-8	GCMSMS	10	3
Spiroxamine	118134-30-8	LCMSMS ESI +	25	7.5

Tebuconazole	107534-96-3	LCMSMS ESI +	25	7.5
Terbutryne	886-50-0	LCMSMS ESI +	25	7.5
Tolyfluanide	731-27-1	GCMSMS	20	6

Tableau 2 : liste des substances actives recherchées dans l'air des logements et performances d'analyse

\* numéro CAS : numéro d'enregistrement unique auprès de la banque de données de Chemical Abstracts Service (CAS)

Les molécules d'intérêt suivantes n'ont pas pu être recherchées par le laboratoire pour cause de faisabilité analytique : diazinon, fenthion, propoxur, abamectine, acétamipride

NB1 : l'étude se focalise sur les usages des pesticides à l'intérieur des logements. Les molécules d'usage agricole, susceptibles de se retrouver dans l'air des logements par transport depuis les surfaces agricoles traitées n'ont pas été recherchées ici.

NB2 : la liste des molécules recherchées ici diffère de celle de la campagne nationale [ANSES,2020] dont l'objet était la mesure des pesticides dans l'air extérieur et non la recherche des pesticides d'usage domestique en air intérieur.

## 2.2. Les caractéristiques des logements étudiés dans le cadre de l'étude

20 logements ont dans un premier temps été recrutés pour les prélèvements d'air intérieur sur l'agglomération de La Rochelle, en zone urbaine et rurale, dans des maisons individuelles ou des appartements.

Le territoire a été choisi parmi les principales agglomérations de la région, pour des raisons purement pratiques (proximité des locaux d'Atmo Nouvelle Aquitaine) et non en raison de caractéristiques intrinsèques du territoire.

Les logements ont été choisis parmi ceux des volontaires s'étant fait connaître, en assurant dans la mesure du possible une certaine représentativité sur les caractéristiques des logements.

3 volontaires se sont désistés au cours de l'étude :

- Logement 19 : 0/6 prélèvement
- Logement 5 : 3/6 prélèvements
- Logement 13 : 3/6 prélèvements

3 autres volontaires ont été à nouveau recrutés, pour lesquels 6 prélèvements ont été réalisés.

Au final, les résultats sont présentés pour 22 logements, dont deux logements avec des résultats partiels (logement 5 et 13).

Une enquête a été réalisée sur chacun des logements de l'étude. Le tableau suivant synthétise les caractéristiques des 22 logements échantillonnés.

		% des logements
% de maison individuelle		68%
maisons individuelles	% de garage	47%
	% de jardin	100%
	% de potager	47%
Présence d'un local commercial (pour les appartements)		0%
Logements neufs		0%
Logements de moins de 20 ans		18%
Logements de moins de 50 ans		50%
Réhabilitation du logement datant de moins d'un an		31%

Présence de poutre ou de charpente en bois		55%
Logements équipés d'une VMC		59%
Logements avec animal de compagnie (chien, chat, lapin)		59%
Présence de plantes d'intérieur		86%
Usage biocides	jamais	27%
	parfois	59%
	souvent	14%

Tableau 3 : caractéristiques des logements échantillonnés

Un des logements (log15) déclare une opération de désinsectisation / dératisation de moins de 2 ans.  
Un des logements (log05) déclare l'utilisation de piège à termites.

La carte suivante représente la répartition des 22 logements échantillonnés. Ils sont répartis sur 5 communes de l'agglomération Rochelaise (la valeur en noire représente le nombre de logements échantillonnés sur la commune).

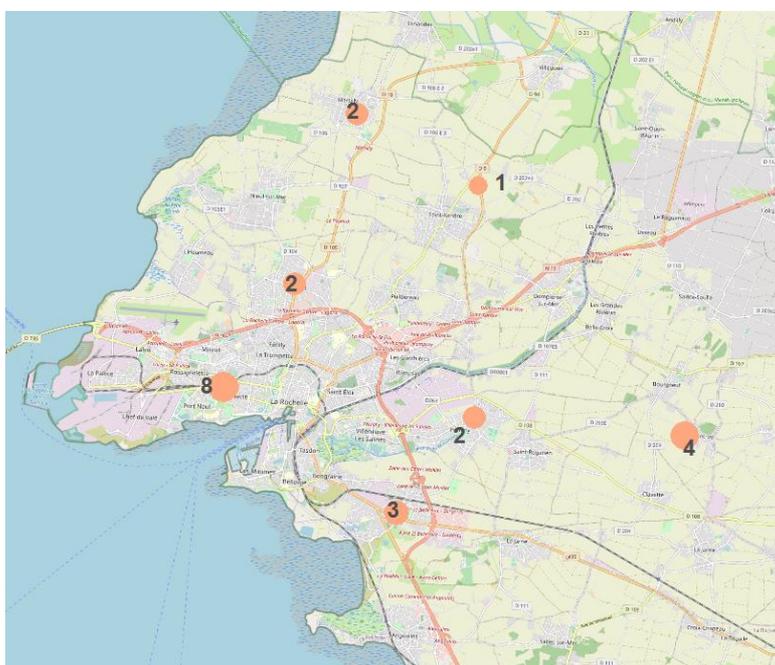


Figure 3 : nombre de logements échantillonnés par commune sur l'agglomération

### 2.2.1. La situation de l'agglomération de La Rochelle vis-à-vis des termites

Selon l'arrêté préfectoral 17-196 du 27 janvier 2017, la totalité du département de la Charente-Maritime est considérée comme une zone contaminée par les termites ou susceptible de l'être à court terme. C'est une situation commune dans le sud-ouest de la France, comme le montre la Figure 4. La commune de La Rochelle en particulier est classé en niveau d'infestation fort. Cette infestation a depuis longtemps contraint les propriétaires à effectuer des traitements anti-termites à base d'insecticides, qui ont été et peuvent être encore fréquents sur l'agglomération de La Rochelle.

### % des communes infestées par département

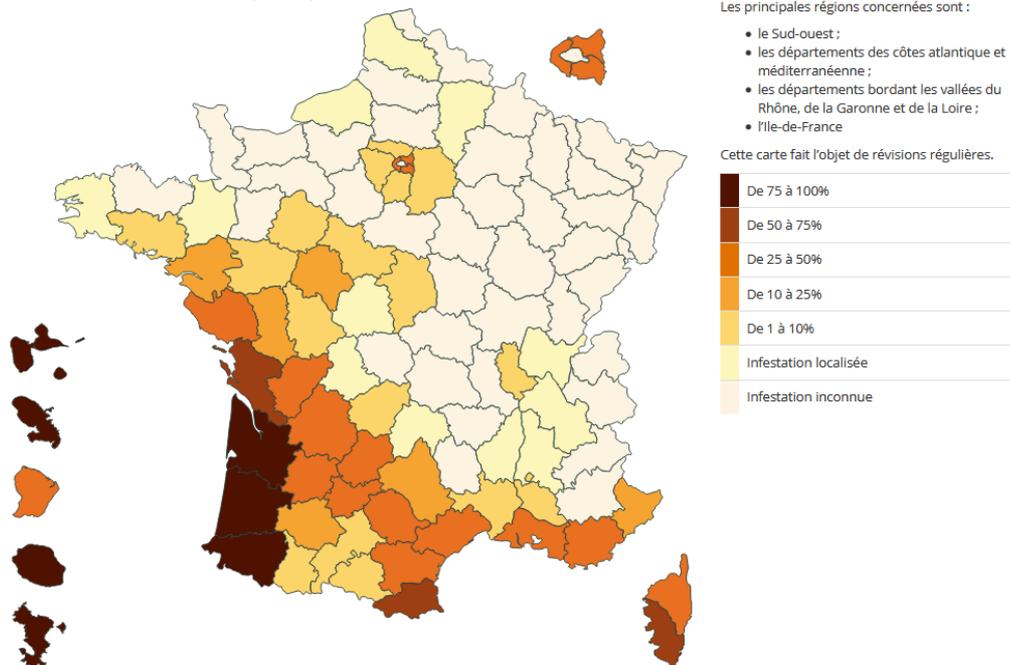


Figure 4 : Carte départementale des infestations de termites (source : observatoire national des termites, FCBA)

## 2.3. Les données de comparaison utilisées en air extérieur

Une campagne de mesures de pesticides dans l'air extérieur a été réalisée par Atmo Nouvelle-Aquitaine sur l'agglomération de La Rochelle (plaine d'Aunis) en 2019, sur un site de fond, au centre d'un village rural. Les résultats ont fait l'objet d'un rapport disponible sur le site Internet d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. Dans ce rapport, les concentrations en air intérieur sont parfois comparées aux résultats de cette étude. Les concentrations moyennes et fréquences de détection communes aux deux études sont présentées à l'annexe 3. Cette dernière contient également les valeurs moyennes et fréquence de détection en air extérieur de la CNEP 2018-2019 [Anses,2020].

# 3. Résultats des campagnes de mesures

## 3.1. Données de synthèse

- Sur les 35 molécules recherchées, 18 ont été quantifiées dont : 4 fongicides, 3 herbicides, 10 insecticides, 1 synergisant
- Jusqu'à 12 substances actives différentes ont été détectées sur les logements, avec une moyenne de 8.3 substances par logement.
- Les concentrations les plus élevées détectées durant la campagne sont des concentrations d'insecticides.
- Les trois molécules dont les concentrations sont les plus élevées sont trois molécules interdites d'utilisation à l'heure actuelle (lindane, endosulfan, dieldrine), mais qui ont été utilisées par le passé dans les traitements anti-termites.
- 10 molécules sont présentes dans plus d'un quart des logements, dont 4 molécules sont présentes dans plus de la moitié des logements (lindane, perméthrine, diphénylamine, chlorprophame).
- Les concentrations mesurées en air intérieur sont très nettement supérieures à ce qui a été mesuré dans l'air extérieur de la Rochelle en 2019 (cf annexe 3 ). Ainsi 6% des concentrations sont supérieures à 1 ng/m<sup>3</sup> dans l'air extérieur, contre 37% pour l'air intérieur.

Le graphique suivant représente sous forme de boxplot la distribution des concentrations détectées pour chacune des molécules. Le schéma à droite du graphique donne les éléments de lecture du boxplot.

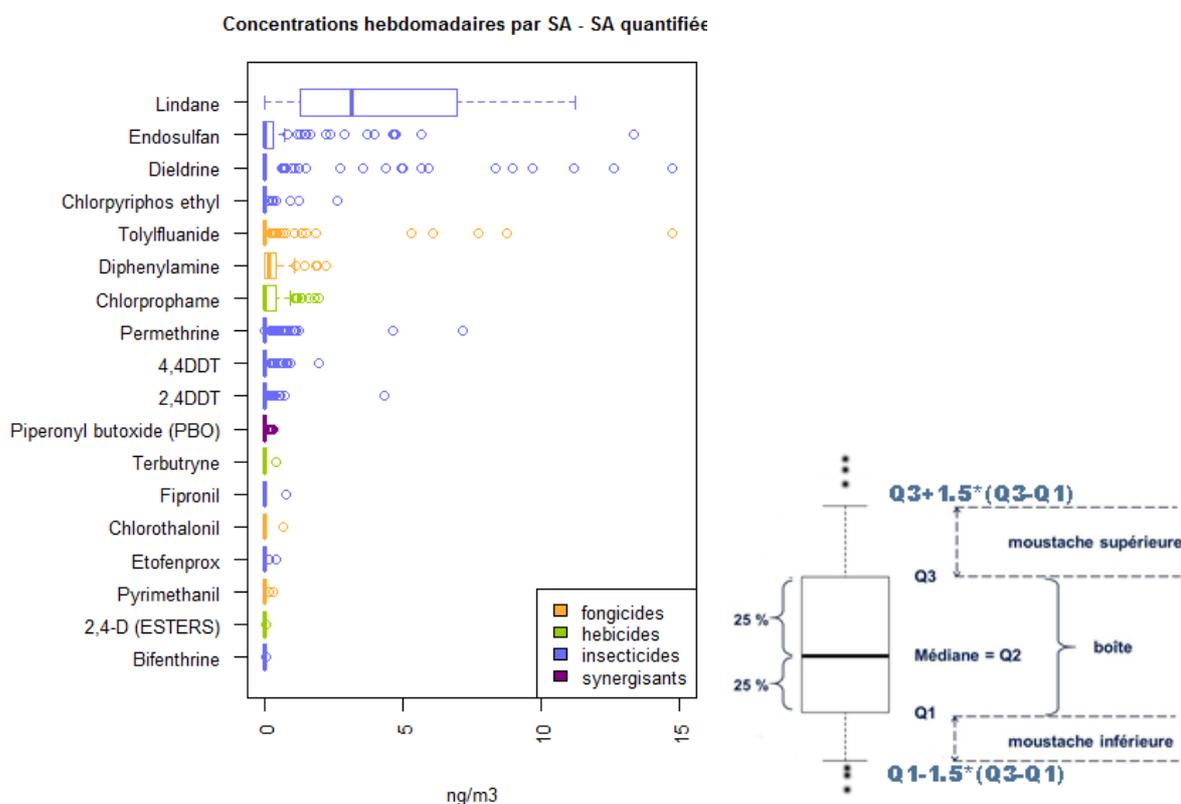


Figure 5 : boxplot des concentrations hebdomadaires par substance active

Substance active	Nature	Résultats sur la totalité des prélèvements			Nombre de logements impactés sur 22
		Moyenne (ng/m <sup>3</sup> )	Maximum (ng/m <sup>3</sup> )	Fréquence de détection	
Lindane	Insecticide	15.15	196.99	98%	22
Endosulfan		2.16	73.27	27%	10
Dieldrine		1.21	23.14	22%	6
Chlorpyriphos éthyl		0.67	26.15	17%	9
Permethrine		0.21	7.17	24%	12
4,4DDT		0.08	1.95	13%	8
2,4DDT		0.06	4.33	9%	7
Fipronil		0.01	0.75	1%	1
Etofenprox		0.00	0.39	2%	1
Bifenthrine		0.00	0.06	1%	1
Chlorpyriphos méthyl		-	-	0%	0
Cyfluthrine		-	-	0%	0
Cypermethrine		-	-	0%	0
Deltamethrine		-	-	0%	0
Dichlorvos		-	-	0%	0
Piperonyl butoxide (PBO)	Synergisant	0.01	0.31	5%	3
Tolylfluamide	Fongicide	0.50	14.74	16%	6
Diphenylamine		0.29	2.19	52%	21
Chlorothalonil		0.01	0.67	1%	1
Pyrimethanil		0.00	0.32	2%	2
Boscalid		-	-	0%	0
Cymoxanil		-	-	0%	0
Cyprodinil		-	-	0%	0
Difenoconazole		-	-	0%	0
Epoxiconazole		-	-	0%	0
Fenpropidine		-	-	0%	0
Fluazinam		-	-	0%	0
Folpel		-	-	0%	0
Spiroxamine		-	-	0%	0
Tebuconazole		-	-	0%	0
Chlorprophame		Herbicide	0.25	1.94	40%
Terbutryne	0.01		0.40	2%	1
2,4-D	0.00		0.07	1%	1
Clomazone	-		-	0%	0
Lenacil	-		-	0%	0

Tableau 4 : résultats synthétiques par substance active des concentrations détectées dans l'air des logements

Les concentrations présentées dans le [Tableau 4](#) correspondent à l'ensemble des logements. Mais une grande variabilité a été observée entre les logements, sur les substances détectées ou les niveaux mesurés.

Le graphique suivant représente la distribution des concentrations par logement, toutes molécules confondues.

Certains logements se distinguent par des concentrations sensiblement plus élevées, ce sont les logements 02, 09, 11, 12 et 13.

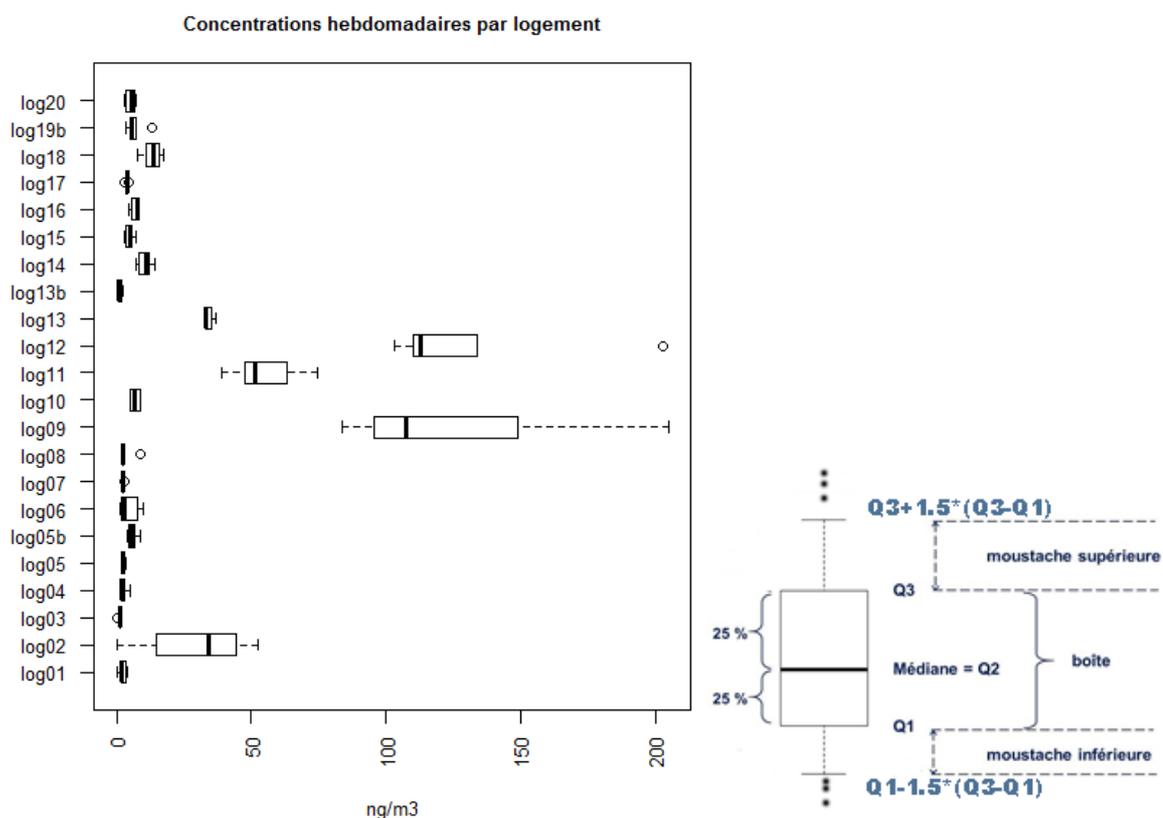


Figure 6 : Représentation sous forme de boxplot du cumul des concentrations par prélèvement sur chaque logement.

### 3.2. Toxicité des molécules détectées

Le tableau suivant reprend la classification pour chaque molécule adoptée par l'Anses dans le rapport de la campagne nationale [Anses,2020]. Seules les molécules détectées sont prises en compte. (Pour plus d'information, se référer à l'annexe 5).

Cette classification n'engage que l'ANSES, ces éléments sont ici strictement reproduits.

5 molécules n'apparaissent pas dans ce tableau mais dans le tableau 7 (2.4DDT, 4.4 DDT, Dieldrine, Diphenylamine, Endosulfan). Ce sont celles pour lesquelles on ne dispose pas de données dans le rapport de l'Anses, car il ne s'agit pas de molécules recherchées dans l'air extérieur lors de la campagne nationale.

	Cancérogénité	Reprotoxicité	Perturbation endocrinienne	Toxicité spécifique liée à une exposition répétée
2,4-D	Cancérogène probable chez l'Homme	Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel reprotoxique chez l'Homme ou substance non classée	Données inexistantes ou insuffisantes	Substances non classées pour les autres effets toxiques chroniques
Bifenthrine	Cancérogène possible chez l'Homme	Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel reprotoxique chez l'Homme ou substance non classée	Données inexistantes ou insuffisantes	Autres effets toxiques chroniques notables chez l'Homme

Chlorothalonil	Cancérogène probable chez l'Homme	Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel reprotoxique chez l'Homme ou substance non classée	Effets PE peu probables	Substances non classées pour les autres effets toxiques chroniques
Chlorprophame	Cancérogène possible chez l'Homme	Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel reprotoxique chez l'Homme ou substance non classée	Données inexistantes ou insuffisantes	Autres effets toxiques chroniques possibles chez l'Homme
Chlorpyriphos éthyl	Cancérogène probable chez l'Homme	Reprotoxique probable chez l'Homme	Effets PE peu probables	Substances non classées pour les autres effets toxiques chroniques
Etofenprox	Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel cancérogène chez l'Homme ou substance non classée	Reprotoxique chez l'Homme	PE possible	Substances non classées pour les autres effets toxiques chroniques
Fipronil	Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel cancérogène chez l'Homme ou substance non classée	Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel reprotoxique chez l'Homme ou substance non classée	Données inexistantes ou insuffisantes	Autres effets toxiques chroniques notables chez l'Homme
Lindane	Cancérogène chez l'Homme	Reprotoxique chez l'Homme	Données inexistantes ou insuffisantes	Autres effets toxiques chroniques possibles chez l'Homme
Permethrine		Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel reprotoxique chez l'Homme ou substance non classée	PE	Substances non classées pour les autres effets toxiques chroniques
Piperonyl butoxide (PBO)	Cancérogène possible chez l'Homme	Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel reprotoxique chez l'Homme ou substance non classée	PE possible	Substances non classées pour les autres effets toxiques chroniques
Pyrimethanil	Cancérogène possible chez l'Homme	Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel reprotoxique chez l'Homme ou substance non classée	PE possible	Substances non classées pour les autres effets toxiques chroniques
Terbutryne	Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel cancérogène chez l'Homme ou substance non classée	Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel reprotoxique chez l'Homme ou substance non classée	Données inexistantes ou insuffisantes	Substances non classées pour les autres effets toxiques chroniques
Tolyfluanide	Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel cancérogène chez l'Homme ou substance non classée	Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel reprotoxique chez l'Homme ou substance non classée	Données inexistantes ou insuffisantes	Substances non classées pour les autres effets toxiques chroniques

Tableau 5 : Classement toxicologique adopté par L'Anses dans le rapport de la CNEP pour les molécules détectées dans l'air des logements. Les cases en couleurs indiquent les plus hauts niveaux de classification de chaque catégorie.

Les différents critères et les sources de données associées considérées dans le cadre de cette expertise sont résumés dans le tableau suivant.

Critères de toxicité chronique	Sources considérées dans l'expertise de l'Anses 2017	Sources supplémentaires considérées
Cancérogénicité	Règlement CLP, CIRC, Inserm (2013), US EPA	Règlement CLP et classification CIRC actualisés
Mutagénicité	Règlement CLP	Règlement CLP actualisé
Reprotoxicité et effets sur le développement	Règlement CLP, Inserm (2013)	Règlement CLP actualisé
Effets perturbateurs endocriniens	Bases de données et classifications retenues dans l'expertise Anses de 2017 (BKH 2000 et 2003, DHI, IEPA, US EPA, Liste SIN, Lite TEDX)	Règlement (CE) 1107/2009 et règlement (EU) 2018/605 modifiant l'Annexe II du règlement (CE) 1107/2009
Effets neurodégénératifs	Inserm (2013)	/
Toxicité spécifique pour certains organes cibles (exposition répétée)	Règlement CLP	Règlement CLP actualisé

Tableau 6 : Critères de toxicité chronique et aiguë retenus pour caractériser le danger des substances détectées dans la CNEP en vue d'une priorisation [ANSES 2020]

Pour les 5 molécules grisées dont on ne dispose pas d'information dans le rapport de l'Anses (car non recherchées dans le cadre de la campagne nationale CNEP), un complément d'information peut être ajouté sur le seul critère de cancérogénicité à partir des données du règlement CLP 1272/2008 (classification, étiquetage et emballage des substances et mélanges) :

	Cancérogénéité CLP 1272/2008	US EPA	CIRC
2,4DDT		B2 (Cancérogène possible chez l'Homme)	
4,4DDT	Cancérogène possible chez l'Homme	B2 (Cancérogène possible chez l'Homme)	Agent probablement cancérogène (2A)
Dieldrine	Cancérogène possible chez l'Homme	B2 (Cancérogène possible chez l'Homme)	Agent probablement cancérogène(2A)
Diphenylamine		Cancérogène peu probable chez l'homme	
Endosulfan		Cancérogène peu probable chez l'homme	

Tableau 7: Cancérogénéité pour les 5 molécules non présentes dans l'étude Anses

Parmi les principales molécules détectées :

- Le lindane, qui a été détecté sur tous les logements sans exception, et qui présente les concentrations les plus élevées est classé cancérogène et reprotoxique.
- La perméthrine, détectée dans plus de la moitié des logements, et un perturbateur endocrinien, ainsi cancérogène probable.
- Le chlorpyrifos-éthyl, détecté dans l'air de 9 logements sur 22, est un cancérogène probable et un reprotoxique probable.

- La dieldrine et l'endosulfan, avec des concentrations parmi les plus élevées, mais qui ne sont pas prises en compte dans le rapport de l'Anses. Toutefois, la Dieldrine est classée cancérogène possible au regard du règlement CLP 1272/2008.

### 3.3. Les insecticides

Ce sont les molécules insecticides qui dominent à l'échelle de l'ensemble des logements investigués sur l'agglomération de La Rochelle. Sur les 15 molécules destinées à lutter contre les insectes recherchées, 10 ont été détectées et quantifiées.

A cette liste s'ajoute le PBO (Piperonyl Butoxide), synergisant des pyréthriinoïdes.

5 molécules en particulier dominent en termes de concentration : Lindane, Endosulfan, Dieldrine, Chlorpyriphos éthyl, Permethrine.

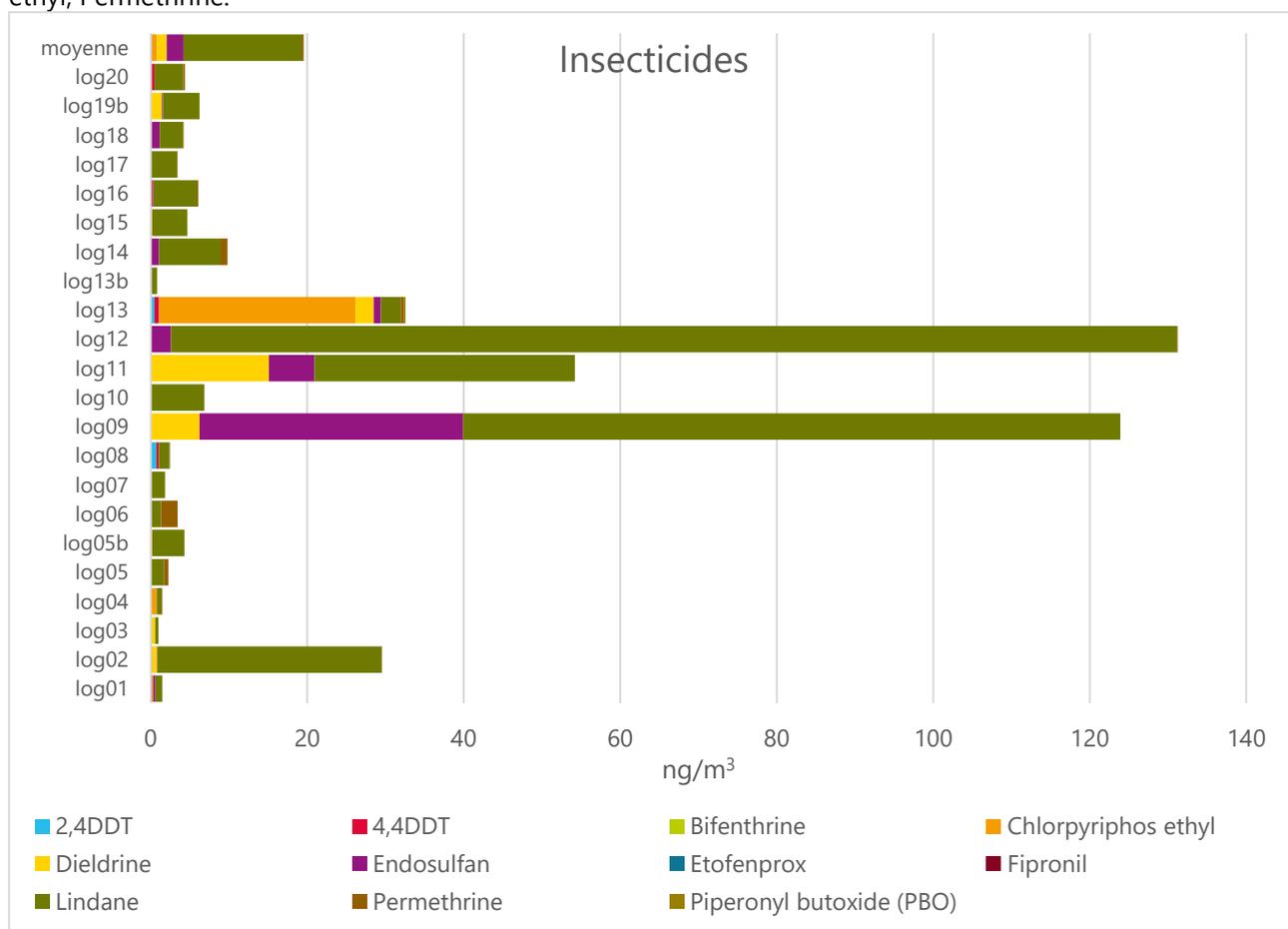


Figure 7 : concentrations moyennes par logement pour les molécules insecticides et synergisantes quantifiées

A noter que certains logements ont déclaré des utilisations de produits insecticides ménagers pendant les campagnes de mesures, mais les prélèvements correspondants n'ont pas montré de concentrations plus élevées. Une des limites de ce type d'étude est que la liste des molécules recherchées n'est pas exhaustive et peut ne pas contenir tous les produits utilisés.

#### 3.3.1. Lindane

Le lindane est un insecticide organochloré dont la commercialisation a débuté en 1938. Doué d'un très large spectre d'activité insecticide - vis-à-vis des insectes phytophages, des insectes vivant dans le sol et des parasites des animaux et de l'homme - il a été largement utilisé en agriculture et dans les produits pharmaceutiques pour le traitement de la gale et l'élimination des poux. Il a été fortement utilisé dans les traitements anti-

termites. En France, le lindane n'est plus utilisé en agriculture depuis le 1 juillet 1998 et depuis 2009 dans le reste du monde. Aucune préparation pharmaceutique renfermant du lindane n'est plus autorisée à la vente<sup>1</sup>.

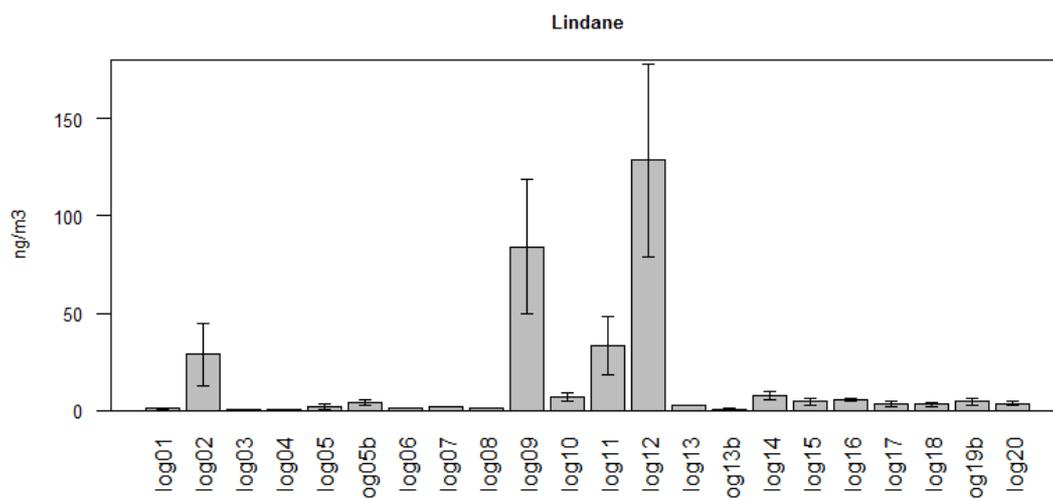


Figure 8 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour le lindane

Le lindane est une substance presque systématiquement présente dans les prélèvements réalisés dans l'air extérieur en Nouvelle-Aquitaine, quel que soit le type de site ou la saison.

Dans le cadre de cette étude, la molécule a été quantifiée en air intérieur au moins une fois sur l'ensemble des logements étudiés. Pour la totalité des logements, les niveaux sont sensiblement supérieurs au niveau de fond en lindane observé sur La Rochelle en 2019 : la moyenne annuelle observée en extérieur est de 0.06 ng/m<sup>3</sup>, alors que pour le logement qui présente les valeurs les plus faibles, la moyenne est de 0.4 ng/m<sup>3</sup>. La valeur la plus élevée en air intérieur était même de 197 ng/m<sup>3</sup>.

Dans certains cas (logements 02, 09, 11, 12), les concentrations sont 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 du logements plusieurs années après avoir été réalisés.

Dans le rapport de la campagne nationale, L'Anses indique que le lindane est classé cancérigène et reprotoxique chez l'Homme. Il présente également d'autres effets toxiques chroniques possibles chez l'Homme [Anses,2020].

### 3.3.2. Endosulfan

L'endosulfan est un insecticide organochloré qui a été développé dans les années 1950. Ses utilisations ont été principalement agricoles. C'est un cyclodiène (de même que le chlordane, l'aldrine, la dieldrine ou l'heptachlore). La plupart des cyclodiènes sont des insecticides persistants, stables dans les sols et peu photodégradables. A cause de leur caractère persistant, les cyclodiènes ont été utilisés dans les sols comme termiticides, à des quantités assez élevées de manière à pouvoir assurer une protection contre ces insectes pendant près d'une cinquantaine d'années.

<sup>1</sup> Source : FICHE TOXICOLOGIQUE n° 81, INRS

En France, l'avis paru au Journal officiel du 22 février 2006 retire les autorisations de mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques contenant de l'endosulfan, pour tous les usages agricoles et non agricoles, avec un délai d'écoulement des stocks :

- jusqu'au 31 décembre 2006 pour la distribution,
- jusqu'au 30 mai 2007 pour l'utilisation.

Il n'existe donc plus à l'heure actuelle de produits sur le marché contenant de l'endosulfan<sup>2</sup>.

10 logements sur 22 présentaient des traces d'endosulfan. C'est en particulier sur le logement 09 que les concentrations les plus élevées ont été détectées. Ce logement présente également des concentrations de lindane et dieldrine élevées, trois produits en comptant l'endosulfan utilisés pour la lutte contre les termites. D'après les déclarations des propriétaires, il n'y a pas eu de traitements de désinsectisation dans les deux dernières années, il s'agit donc d'un relargage de molécules imprégnées dans le logement lors de traitement plus anciens.

La molécule a été recherchée dans l'air extérieur de l'agglomération de La Rochelle en 2019, mais n'a pas été détectée [Atmo Nouvelle-Aquitaine, 2020].

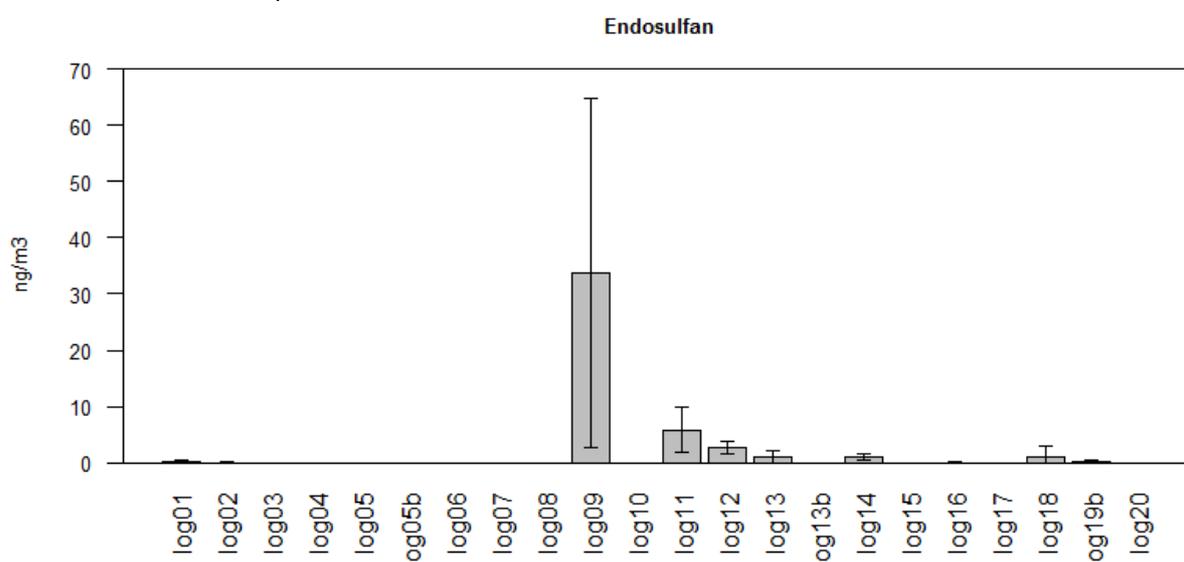


Figure 9 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour l'endosulfan

### 3.3.3. Dieldrine

En France, l'emploi de la dieldrine est interdit en agriculture depuis les années 70 (arrêté du 2 octobre 1972). Elle a encore été utilisée comme insecticide non agricole notamment dans la lutte contre les insectes xylophages (en particulier contre les termites), pour la protection des charpentes et des fondations, jusqu'à l'interdiction de mise sur le marché et d'utilisation réglementée par décret du 2 octobre 1992.

La dieldrine est aujourd'hui interdite dans la plupart des pays à travers le monde et fait partie de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP). Elle est de la famille des insecticides organochlorés<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> INERIS : données technico économiques sur les substances chimiques en France

<sup>3</sup> FICHE TOXICOLOGIQUE n° 189, INRS

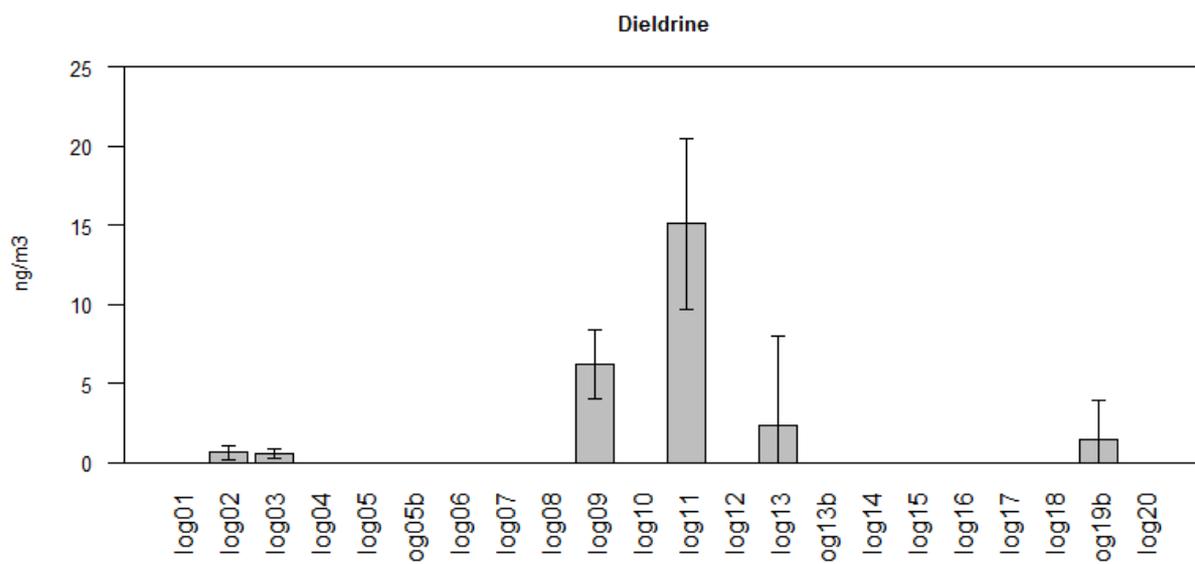


Figure 10 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour la Dieldrine

La molécule a été détectée dans l'air intérieur de 6 des 22 logements étudiés. La Dieldrine a été recherchée sur l'air extérieur à La Rochelle en 2019 mais n'a pas été détectée. Elle n'a pas non plus été détectée lors de la campagne nationale de 2018-2019.

Cinq des six logements impactés sont des maisons avec des poutres ou charpentes en bois. Le logement log03 en revanche est un appartement de moins de 50 ans, sans bois dans sa construction (donc liée à une possible utilisation passée autre que termites).

### 3.3.4. Chlorpyrifos-éthyl

Le chlorpyrifos-éthyl est aujourd'hui interdit d'utilisation résidentielle et domestique, mais il a été autorisé par le passé pour la désinsectisation des logements, les traitements anti-puces des animaux, ...

L'utilisation du chlorpyrifos-éthyl à l'intérieur des maisons a amené sa persistance dans l'environnement intérieur actuel, notamment sur le sol et toutes les surfaces [ENVTE, 2017].

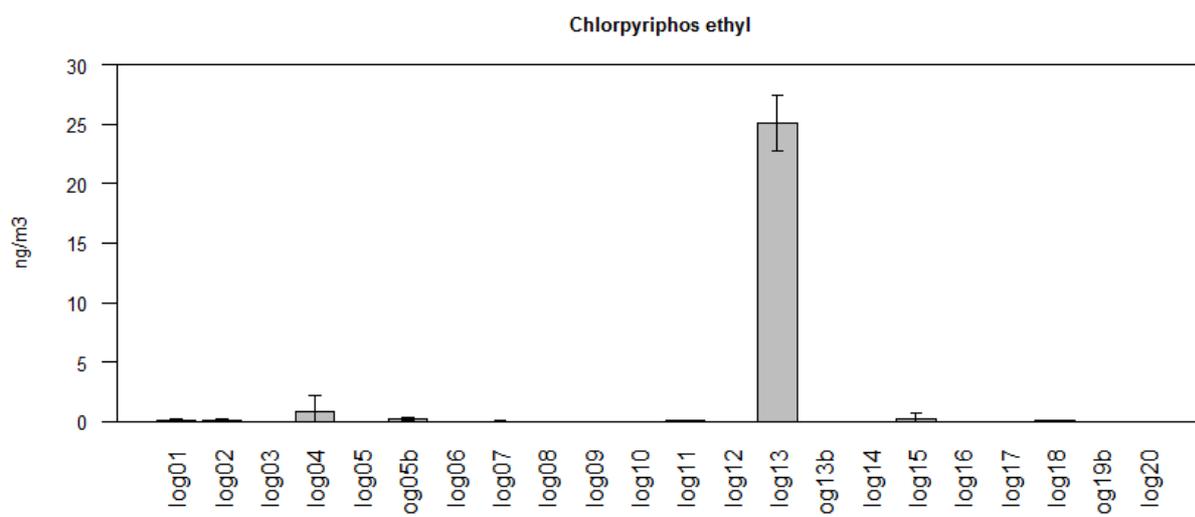


Figure 11 Concentrations moyennes et écart type par logement pour le chlorpyrifos-éthyl

Il a été détecté dans l'air de 9 logements, alors qu'il n'a pas été détecté dans l'air extérieur de l'agglomération lors de la campagne de 2019. Un logement en particulier, le logement 13, présente des concentrations élevées.

Seuls 3 prélèvements ont été réalisés sur ce logement, mais les concentrations des 3 filtres sont très similaires et toutes supérieures à 24 ng/m<sup>3</sup>, ce qui semble conforter l'hypothèse d'une source de relargage constante à l'intérieur du logement.

Il s'agit de concentrations très supérieures à ce que l'on peut généralement mesurer en air extérieur lorsque la molécule est détectée. A titre d'exemple, lors de la campagne nationale [Anses,2020], les concentrations de chlorpyrifos éthyl en air extérieur de l'ensemble des sites de mesures étaient de 0.017 ng/m<sup>3</sup>, pour un percentile 99 de 0.323 ng/m<sup>3</sup>.

La molécule est cancérogène probable et reprotoxique probable selon l'Anses [ANSES 2020].

### 3.3.5. Perméthrine

La perméthrine est une substance active biocide qui est notamment autorisée au niveau européen dans la catégorie de produits TP08 et TP18 (règlement biocide BPR 528/2012). Elle est donc présente sur le marché y compris en France. C'est la troisième molécule la plus utilisée par les ménages selon l'étude Pesti'home de L'Anses.

Elle est de la famille des pyréthriinoïdes.

TP18	Insecticides, acaricides et produits utilisés pour lutter contre les autres arthropode	Utilisés pour lutter contre les arthropodes (tels que les insectes, les arachnides et les crustacés), par d'autres moyens qu'en les repoussant ou en les attirant.
TP08	Produits de protection du bois	Utilisés pour protéger le bois provenant de scieries, y compris pendant la phase de transformation dans la scierie, ou les produits du bois par la maîtrise des organismes qui détruisent ou déforment le bois, y compris les insectes. Ce type de produits comprend à la fois les produits de traitement préventifs et curatifs.

Elle est utilisée pour le traitement insecticide par les professionnels et non professionnels et pour le traitement des **fibres textiles** utilisées pour fabriquer des tapis par exemple.

Cette substance est également autorisée pour le **traitement des bois**. La perméthrine est largement utilisée en épandage autour des habitations contre les **termites**.

On la trouve dans des produits **antiparasitaires pour les chiens** (mais pas pour les chats pour lesquels elle est toxique). Elle est aussi utilisée en tant qu'**antiparasitaire humain** sous forme de pommade pour le traitement de la gale.

Sur l'agglomération de La Rochelle, elle a été détectée dans l'air intérieur de plus de la moitié des logements étudiés.

Elle a été détectée sur tous les logements qui déclarent avoir au moins un chien, mais également dans des logements sans animaux de compagnie. Il n'est pas possible de dire si elle provient des traitements anti-parasites sur les animaux ou les humains, ou si elle est émise par les matériaux (meubles/tissu) traités avant leur achat.

La molécule a été recherchée dans l'air extérieur sur l'agglomération de La Rochelle en 2019 mais n'a pas été détectée. Elle a été très faiblement détectée lors de la campagne nationale 2018-2019 en air extérieur, avec une concentration moyenne de 0.009 ng/m<sup>3</sup> et un percentile 99 de 0.068 ng/m<sup>3</sup>, soit des valeurs très inférieures à ce qui a été mesuré à l'intérieur des logements.

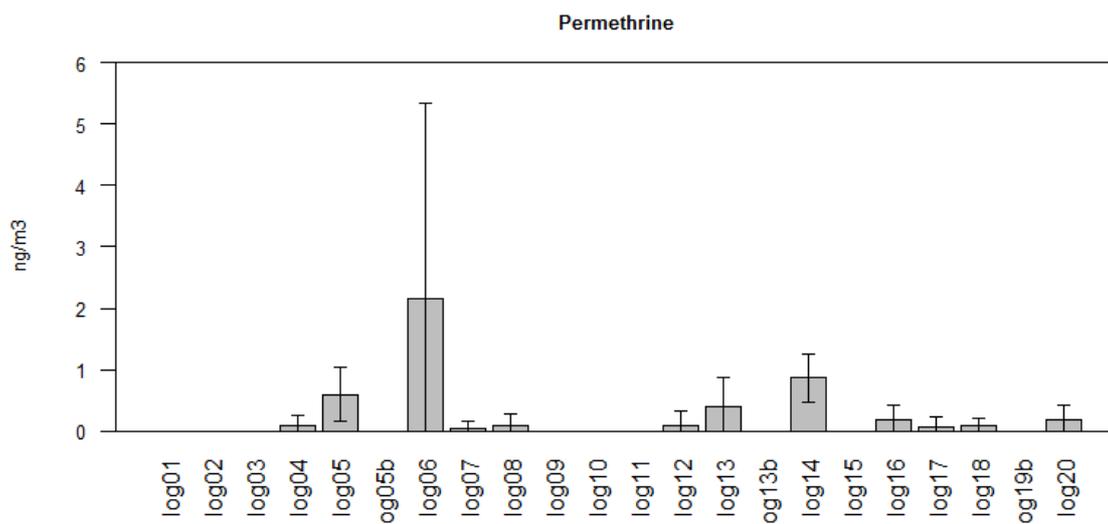


Figure 12 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour la perméthrine

L'Anses indique dans le rapport de la campagne nationale que la perméthrine est un cancérigène probable et un perturbateur endocrinien [ANSES 2020].

### 3.3.6. 2.4DDT et 4.4DDT

Le DDT est un insecticide organochloré qui a été fortement utilisé avant les années 70 dans l'agriculture et par les particuliers. Il est depuis longtemps interdit d'utilisation.

Les molécules de 2.4 et 4.4DDT (deux isomères du DDT) ont été retrouvées dans l'air intérieur de 8 et 7 logements, avec des concentrations moyennes de respectivement 0.06 et 0.08 ng/m<sup>3</sup>.

A titre de comparaison, dans l'air extérieur de l'agglomération de La Rochelle, le 2.4DDT n'a pas été détecté, et le 4.4DDT a été détecté avec une concentration moyenne de 0.004 ng/m<sup>3</sup>. Les valeurs plus importantes détectées en air intérieur montrent la persistance de la molécule en lien avec des utilisations domestiques passées.

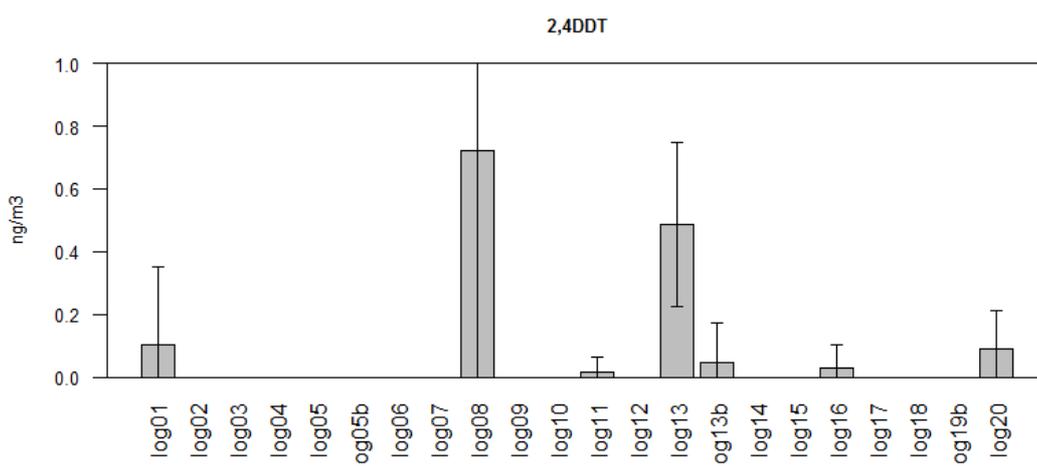


Figure 13 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour le 2.4 DDT

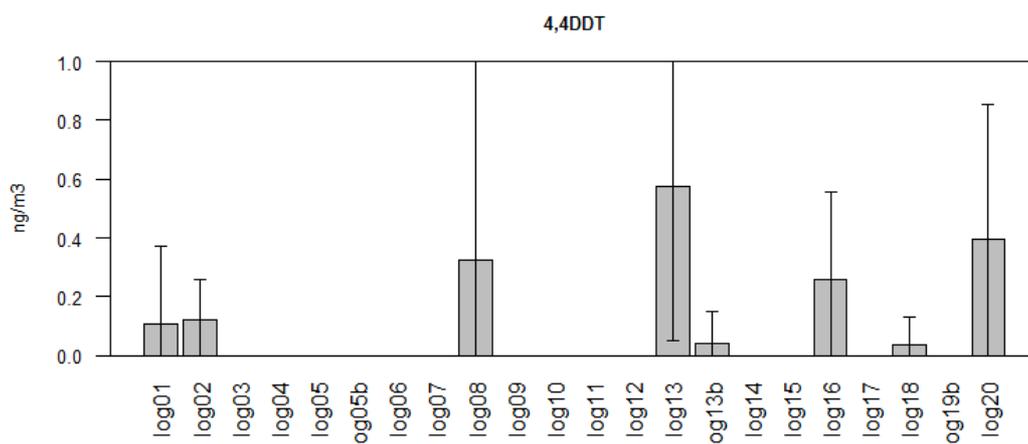


Figure 14 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour le 4.4 DDT

### 3.3.7. PBO (Piperonyl Butoxide), synergisant des pyréthrinoides.

La PBO est le composant le plus utilisé par les ménages selon l'étude Pesti'home. Ce n'est pas une substance insecticide, mais un synergisant utilisé dans les produits insecticides contenant des pyréthrinoides (permethrine, cyfluthrine, cypermethrine, deltamethrine,...).

La molécule a été détectée sur 3 logements sur les 22 étudiés. Les trois logements sont de maisons avec jardin, dont les propriétaires déclarent avoir une utilisation ponctuelle à fréquente de biocides.

La molécule est cancérigène et perturbateur endocrinien possible comme indiqué par l'Anses [Anses,2020].

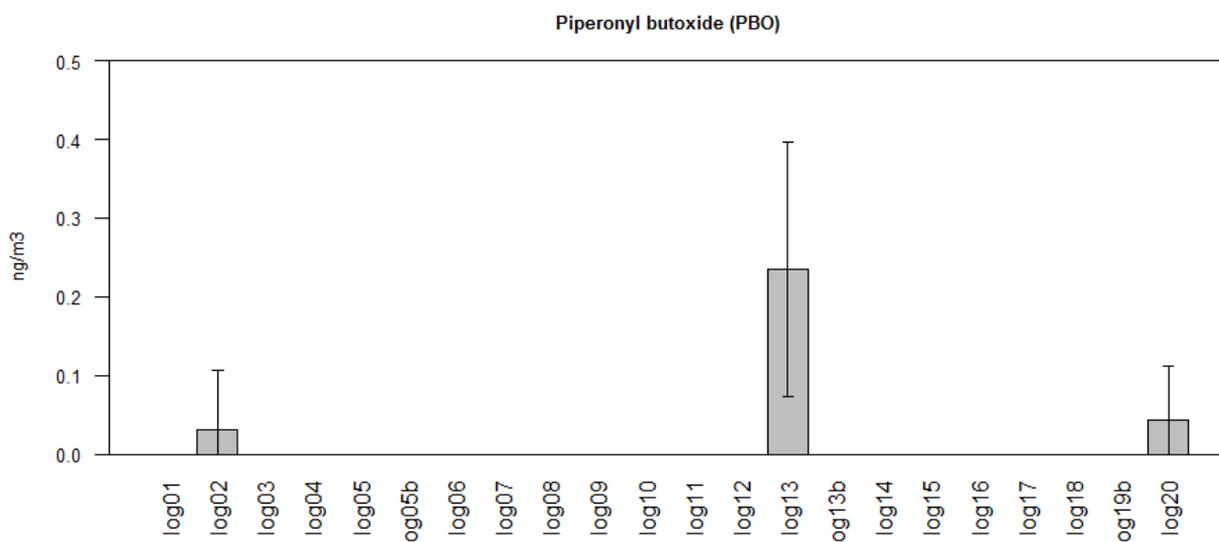


Figure 15 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour la PBO

### 3.3.8. Autres insecticides

Le **fipronil** appartient à la famille des néonicotinoïdes, désormais interdit en agriculture depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2018. Il est toujours utilisé dans les colliers antipuces des chiens et chats. C'est la cinquième molécule la plus utilisée par les ménages selon l'étude Pesti'home, mais elle n'a été détectée dans l'air que d'un seul logement, qui comporte 2 animaux de compagnie.

Il appartient à la catégorie de produit TP18 (règlement biocide BPR 528/2012)..

La molécule présente des effets toxiques chroniques notables chez l'Homme, autres que perturbateur endocrinien, reprotoxique ou cancérigène. Pour ces trois catégories, les données sont inadéquates pour l'évaluation du potentiel toxique [ANSES 2020].

L'**étofenprox** a été détecté sur un seul logement, le log07, avec une concentration maximale de 0.39 ng/m<sup>3</sup>. Il appartient à la catégorie TP18 et TP08. La molécule est reprotoxique chez l'homme comme l'indique l'Anses [Anses 2020].

La **bifenthrine** a été détecté sur un seul logement, le log08, avec une concentration maximale de 0.06 ng/m<sup>3</sup>. Elle appartient à la catégorie de produit TP08. Elle appartient à la catégorie « Autres effets toxiques chroniques notables chez l'Homme » [Anses,2020].

TP18	Insecticides, acaricides et produits utilisés pour lutter contre les autres arthropode	Utilisés pour lutter contre les arthropodes (tels que les insectes, les arachnides et les crustacés), par d'autres moyens qu'en les repoussant ou en les attirant.
TP08	Produits de protection du bois	Utilisés pour protéger le bois provenant de scieries, y compris pendant la phase de transformation dans la scierie, ou les produits du bois par la maîtrise des organismes qui détruisent ou déforment le bois, y compris les insectes. Ce type de produits comprend à la fois les produits de traitement préventifs et curatifs.

### 3.4. Les fongicides

Les fongicides sont des pesticides (produits phytopharmaceutiques ou biocides) utilisés contre le développement des moisissures. Seuls 4 molécules ont été détectées dans l'air des logements sur les 14 fongicides recherchés. Alors que le pyriméthanol et le chlorothalonil n'ont été détectés que sur un ou deux logements, la diphenylamine et le tolylfluanide ont été détectés sur respectivement 6 et 21 logements.

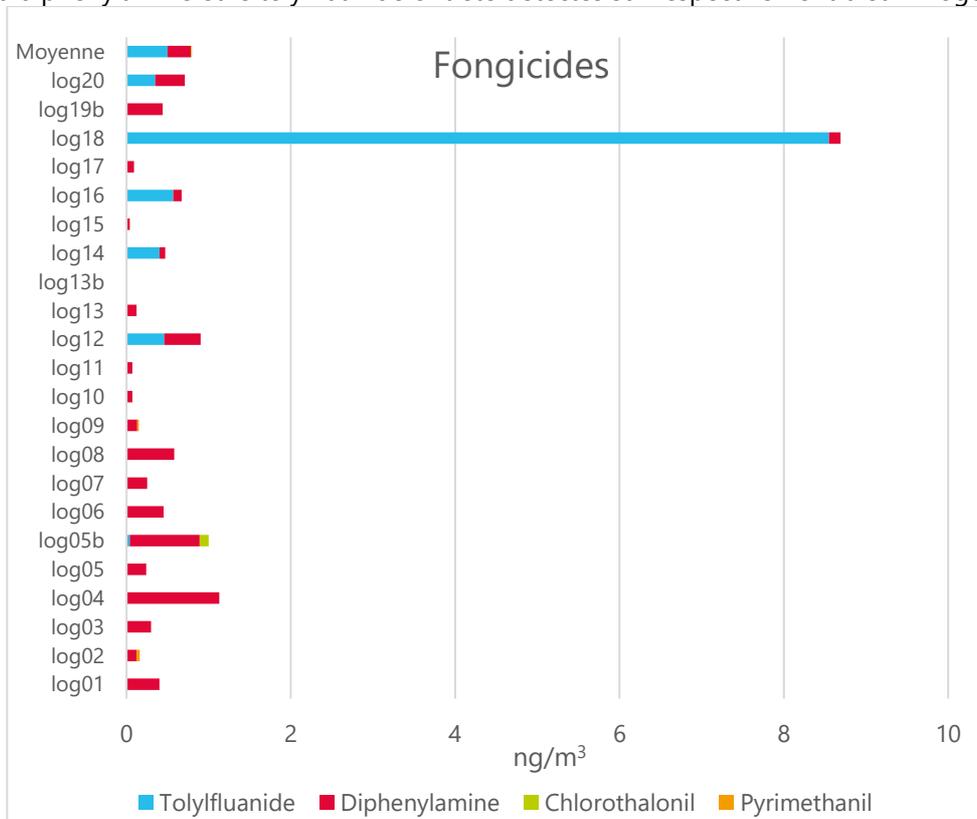


Figure 16 : concentrations moyennes par logement pour les molécules fongicides quantifiées

### 3.4.1. Tolyfluanide

En France, l'arrêté du 31 juillet 2007<sup>4</sup> interdit la mise sur le marché et l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (usages agricoles) contenant du tolyfluanide.

Le Tolyfluanide est en revanche autorisé dans les produits biocides de type 7, 8 et 21 (source : ECHA).

TP07	Produits de protection pour les pellicules	Utilisés pour protéger les pellicules ou les revêtements par la maîtrise des altérations microbiennes ou de la croissance des algues afin de sauvegarder les propriétés initiales de la surface des matériaux ou objets tels que les peintures, les plastiques, les enduits étanches, les adhésifs muraux, les liants, les papiers et les œuvres d'art.
TP08	Produits de protection du bois	Utilisés pour protéger le bois provenant de scieries, y compris pendant la phase de transformation dans la scierie, ou les produits du bois par la maîtrise des organismes qui détruisent ou déforment le bois, y compris les insectes. Ce type de produits comprend à la fois les produits de traitement préventifs et curatifs.
TP21	Produits antisalissure	Utilisés pour lutter contre le développement et le dépôt d'organismes salissants (microbes et formes supérieures d'espèces végétales ou animales) sur les navires, le matériel d'aquaculture ou d'autres installations utilisées en milieu aquatique.

Potentiellement présent dans les peintures, plastiques, enduits, ... le tolyfluanide a été détecté dans l'air de 6 logements, avec des valeurs particulièrement élevées dans le logement 18. Ce dernier n'a pas subi de rénovation dans l'année précédant la campagne de mesure.

La molécule a été recherchée dans l'air extérieur sur l'agglomération de La Rochelle en 2019 mais n'a pas été détectée, ce qui tend à confirmer la présence de source à l'intérieur des logements pour cette molécule.

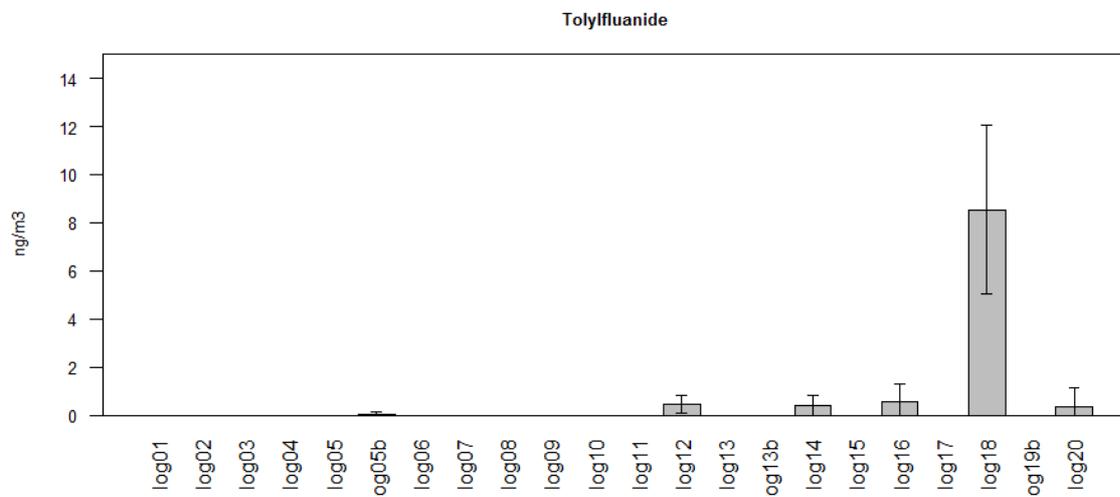


Figure 17 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour le tolyfluanide

### 3.4.2. Diphénylamine

La diphénylamine est un composé aromatique utilisé pour la fabrication de colorants, la stabilisation des explosifs, dans les lubrifiants et graisses et liquides pour le travail des métaux. Elle possède des propriétés fongicides et est utilisée en ce sens pour le stockage des denrées alimentaires. L'usage biocide pour cette substance n'est pas autorisé (source ECHA).

<sup>4</sup> Arrêté du 31 juillet 2007 interdisant la mise sur le marché et l'utilisation des produits phytopharmaceutiques contenant la substance active dénommée « tolyfluanide »

Des rejets sont susceptibles de se produire dans l'air intérieur des logements suite à l'utilisation de produits industriels où la substance est présente en tant qu'adjuvant, ou par fuite à partir de systèmes fermés (liquides de refroidissement dans les réfrigérateurs, ...).

Elle peut être émise avec des faibles taux de rejets à partir de matériaux à longue durée de vie : **revêtements de sol, meubles, jouets, matériaux de construction, rideaux, chaussures, articles en cuir, produits en papier et en carton, équipement électronique.**

Cette substance peut être trouvée dans des produits avec des matériaux à base de **caoutchouc** (par exemple pneus, chaussures, jouets), **plastique** (par exemple, emballage et stockage des aliments, jouets, téléphones portables) et **tissus, textiles et vêtements** (par exemple vêtements, matelas, rideaux ou tapis, jouets textiles) (Source : ECHA, Substance Infocard, dernière mise à jour : 25/07/2020)

La substance a été détectée dans l'air de la quasi-totalité des logements de l'étude, sur plus de la moitié des prélèvements réalisés.

D'après l'ECHA, la molécule serait présente dans les logements par relargage à partir des meubles, revêtements de sols, tissus ou autres matériaux traités avant leur introduction dans le logement. Il ne s'agit donc pas d'une molécule utilisée par les résidents, et à ce titre elle n'apparaît pas dans la liste des substances de l'étude Pesti'home.

Elle n'a pas été recherchée en air extérieur lors de la campagne de 2019 sur l'agglomération de La Rochelle, on ne dispose pas de base de comparaison pour cette molécule.

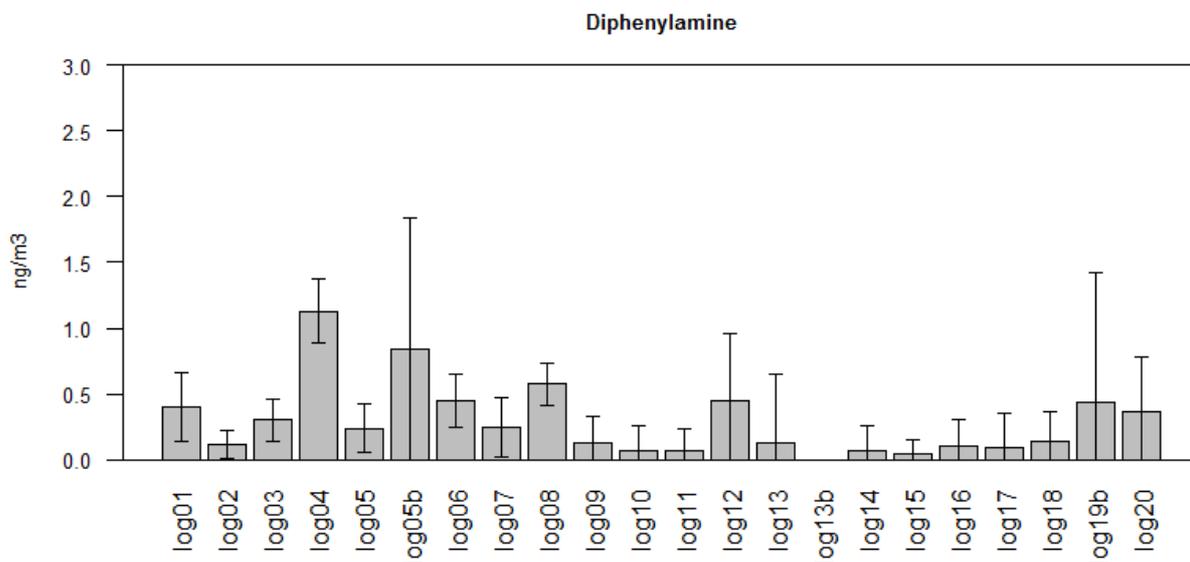


Figure 18 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour la diphénylamine

### 3.4.3. Les autres fongicides

Le **chlorothalonil** est un fongicide appartenant à la famille des isophthalonitriles. Il est utilisé en agriculture dans les produits phytopharmaceutiques. Il est fréquemment détecté dans l'air extérieur. Il a également été utilisé par le passé comme biocide dans différents types de produits à usage biocide (matériaux, enduits, produit anti-salissure, ...), mais ce type d'utilisation n'est plus autorisé aujourd'hui (source : ECHA).

La molécule n'a été détectée que dans un seul logement de l'agglomération. Les concentrations détectées dans l'air du logement sont proches ou inférieures à celles détectées dans l'air extérieur à La Rochelle en 2019.

Il n'est donc pas possible de différencier l'impact de l'air extérieur de celui d'une source dans l'habitat pour expliquer la présence de la molécule dans l'air des logements.

Le **pyriméthanol** a été détecté dans deux logements. Là encore il est difficile de différencier l'impact des sources extérieures et l'impact éventuel d'une source intérieure, car les concentrations détectées sont proches de celles détectées dans l'air extérieur en 2019.

## 3.5. Les herbicides

Les herbicides sont généralement utilisés pour lutter contre les adventices ou « mauvaises herbes ». 3 molécules herbicides sur les 5 recherchées dans l'air des logements ont été détectées.

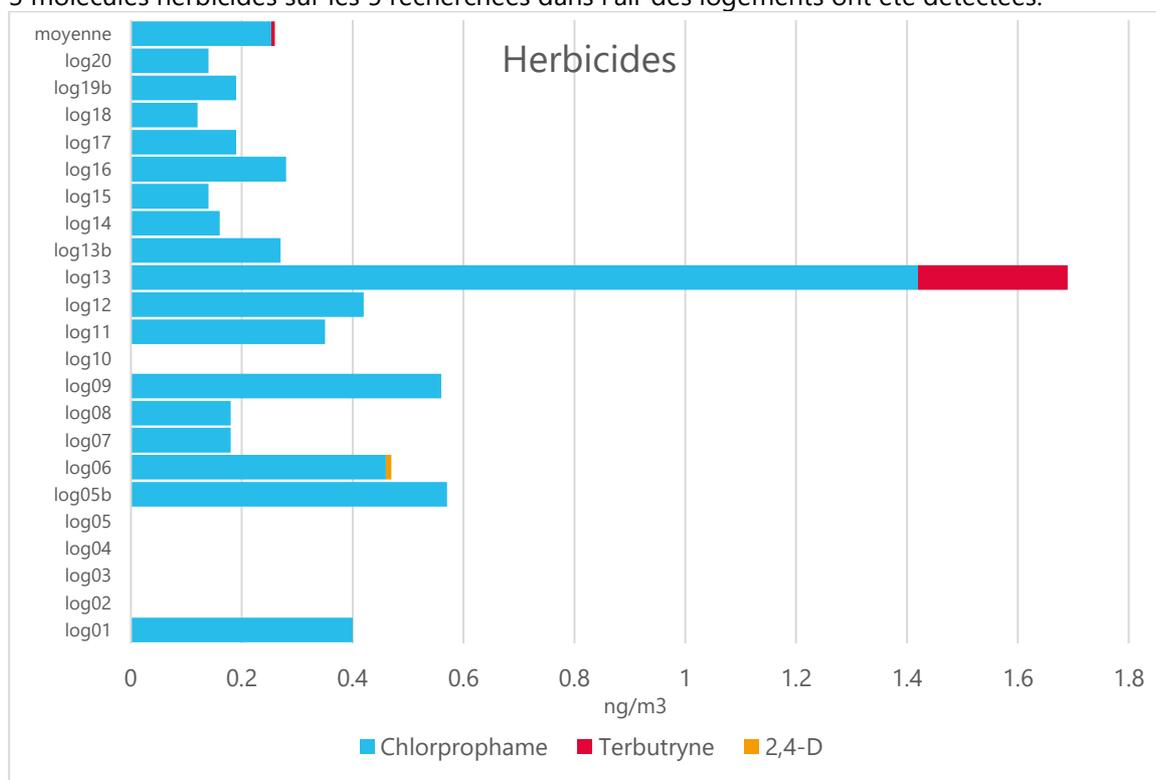


Figure 19 : concentrations moyennes par logement pour les molécules fongicides quantifiées

### 3.5.1. Chlorprophame

Le chlorprophame, est une substance active qui présente un effet herbicide, et qui appartient à la famille chimique des **carbamates**. L'usage biocide du produit n'est pas autorisé.

Cette substance est notamment employée comme **anti-germinatif pour le stockage des pommes de terre**. Elle permet de garantir une durée de stockage comprise entre 6 et 9 mois selon la vigueur germinative de la variété stockée ainsi que de la température du stockage.

A noter que l'approbation de la substance active « chlorprophame » n'est pas renouvelée conformément au règlement UE n° 2019/989 du 17 juin 2019. Les produits phytopharmaceutiques la contenant doivent être retirés du marché dès le 8 janvier 2020.

Sur les 22 logements sur les quels des mesures en air intérieur ont été réalisées :

- Le chlorprophame a été détecté sur les  $\frac{3}{4}$  des logements étudiés sur l'agglomération de La Rochelle, sur 40% des prélèvements réalisés.
- Lors de la campagne de mesure en air extérieur réalisée en 2019 sur l'agglomération de La Rochelle, la molécule n'a pas été détectée.

La détection du chlorprophame dans les logements est donc due à une source présente et fréquente à l'intérieur des logements. Parmi les sources possibles, il y a la présence d'anti-germinatif sur les pommes de terre stockées dans les logements.

Le chlorprophame est un cancérigène possible chez l'Homme comme indiqué dans le rapport de l'ANSES [Anses,2020].

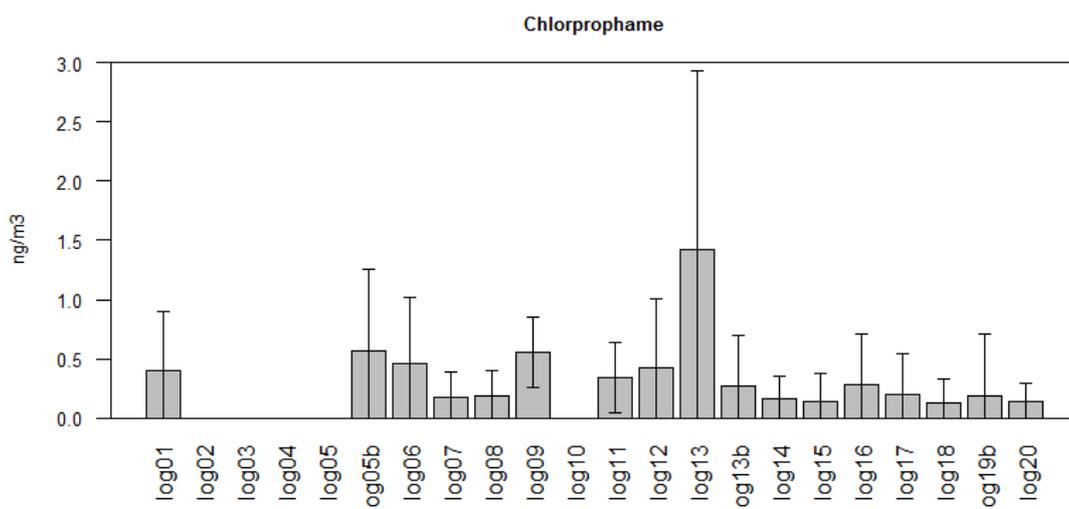


Figure 10 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour le chlorprophame

### 3.5.2. Les autres herbicides

La **terbutryne** est un herbicide qui a été utilisé pour des usages agricoles, industriels, d'entretien des voiries, espaces verts, entretien des ballasts et de jardins privés. Elle est interdite en France depuis 2003. Elle a été détectée dans un des logements (logement 13), dans une maison individuelle avec jardin, comportant plusieurs plantes d'intérieur (utilisation possible de produits stockés contenant de la terbutryne).

Le **2,4 D** a été détecté dans l'air d'un seul logement. Il s'agit d'une maison qui dispose d'un jardin.

## 4. Conclusions

Bien que la question soit encore aujourd'hui encore peu étudiée, cette campagne menée sur l'agglomération de La Rochelle montre que les concentrations détectées dans l'air intérieur des logements pour les molécules d'usage non agricole peuvent être nettement supérieures aux niveaux généralement mesurés en air extérieur. Ainsi, lors de la campagne réalisée en 2019 sur l'agglomération de La Rochelle en air extérieur, 14% des valeurs quantifiées étaient supérieures à 1 ng/m<sup>3</sup>, contre 37% pour l'air intérieur.

Ce type de résultats est déjà connu pour d'autres molécules, comme par exemple le formaldéhyde, dont les concentrations sont nettement supérieures en air intérieur, ce qui justifie d'appliquer les bonnes pratiques pour améliorer qualité de l'air intérieur (cf annexe 4).

Sur les 35 molécules recherchées, 18 ont été quantifiées dont : 4 fongicides, 3 herbicides, 10 insecticides, 1 synergisant. Parmi les molécules détectées, ce sont les insecticides qui présentent les plus fortes valeurs, en particulier ceux utilisés contre les termites. Aucun des logements pour lesquels les concentrations d'insecticides sont élevées n'a déclaré d'opération de désinsectisation dans les 2 ans précédant l'étude, il s'agit donc de relargage issu de traitements plus anciens.

Les 3 molécules aux concentrations les plus fortes sont trois insecticides aujourd'hui interdits d'utilisation : lindane, endosulfan et dieldrine. Ils sont encore présents dans certains logements avec des niveaux élevés.

Parmi les molécules détectées, certaines peuvent ne pas avoir été utilisées par les habitants des logements, mais être relarguées à partir de meubles ou tissus traités avant leur achat. C'est le cas potentiellement de la diphénylamine, du tolylfluamide ou de la perméthrine. La perméthrine appartient également à une autre catégorie de contamination potentielle : les traitements antiparasitaires vétérinaires ou humains, où l'on trouve aussi le fipronil.

Les herbicides ont été très peu détectés dans cette étude, malgré la présence d'un jardin attenant à la résidence dans 68% des logements. Seul le chlorprophame, utilisé notamment comme anti germinatif sur les pommes de terre, a été détecté sur les ¾ des logements étudiés. Il ne s'agirait pas là d'une utilisation par les résidents mais de l'introduction dans le logement d'un produit traité avant son achat.

Les concentrations de fongicides, insecticides et herbicides dans l'air ne font pas l'objet d'une réglementation établissant des valeurs limites à respecter, ni en air extérieur, ni en air intérieur. Les concentrations mesurées ne peuvent être comparées ni à des valeurs de référence réglementaires, ni à des seuils de toxicité par inhalation dans les logements. Elles sont par ailleurs le reflet de la situation au moment de la mesure, et ne sont pas le reflet de pratiques inadéquates par les occupants des logements. Des exemples de bonnes pratiques concernant la qualité de l'air intérieur, dont celles de l'OQAI (Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur), sont rappelées en annexe 4.

Cette étude, inscrite dans la mesure 10.5 du PRSE Nouvelle-Aquitaine, n'a pas pour objectif de quantifier l'ensemble des substances pesticides présentes dans les logements. Elle ne traite que des produits d'utilisation non agricole. Les molécules phytosanitaires (usage agricole) susceptibles de se retrouver par transport depuis l'air extérieur vers l'intérieur des logements n'ont pas été recherchées.

## 5. Perspectives

La nature des molécules détectées montre qu'il ne faut pas de focaliser uniquement sur l'utilisation directe et courante des biocides par les résidents, mais s'intéresser aussi aux utilisations et expositions indirectes de biocides via les tissus, meubles, denrées qui ont été introduits dans les logements ou via des traitements de désinsectisation réalisés par le passé.

Cette étude locale porte sur un nombre limité de logements, ce qui ne permet pas d'extrapoler les résultats sur une population plus grande. Mais les niveaux parfois élevés détectés, ainsi que le nombre de molécules différentes retrouvées incitent à aller plus loin dans l'étude des molécules pesticides présentes dans l'air des logements.

D'autres études pourraient permettre d'apporter des informations plus complètes :

- En augmentant le nombre de logements pris en compte et le nombre de territoires étudiés pour assurer une plus grande représentativité des résultats
- En complétant la liste des molécules recherchées, notamment en lien avec les résultats de l'étude Pesti'home, qui n'avait pas été publiée au moment de la rédaction du projet.

Il semble également nécessaire de compléter les informations sur la caractérisation du danger représenté par celles des molécules qui ont été détectées dans cette étude et qui n'apparaissent pas dans le rapport de l'ANSES sur la campagne nationale de mesure des pesticides en air extérieur [ANSES,2020].

## *Table des figures*

Figure 1 : Définition des pesticides en fonction des réglementations existantes (source ORP internet2) .....	7
Figure 2 : implantation du microvol dans un logement.....	11
Figure 3 : nombre de logements échantillonnés par commune sur l'agglomération.....	14
Figure 4 : Carte départementale des infestations de termites (source : observatoire national des termites,FCBA) .....	15
Figure 5 : boxplot des concentrations hebdomadaires par substance active .....	16
Figure 6 : Représentation sous forme de boxplot du cumul des concentrations par prélèvement sur chaque logement.....	18
Figure 7 : concentrations moyennes par logement pour les molécules insecticides et synergisantes quantifiées.....	21
Figure 8 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour le lindane .....	22
Figure 9 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour l'endosulfan .....	23
Figure 10 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour la Dieldrine.....	24
Figure 11 Concentrations moyennes et écart type par logement pour le chlorpyriphos-éthyl .....	24
Figure 12 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour la perméthrine .....	26
Figure 13 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour le 2.4 DDT .....	26
Figure 14 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour le 2.4 DDT .....	27
Figure 15 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour la PBO .....	27
Figure 16 : concentrations moyennes par logement pour les molécules fongicides quantifiées .....	28
Figure 17 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour le tolylfluanide.....	29
Figure 18 : Concentrations moyennes et écart type par logement pour la diphénylamine .....	30
Figure 19 : concentrations moyennes par logement pour les molécules fongicides quantifiées .....	32
Figure 21 : répartition des valeurs quantifiées par classes de concentrations pour l'air intérieur (2018-2019) et l'air extérieur (2019, atmoNA) sur l'agglomération de La Rochelle.....	45

## *Table des tableaux*

Tableau 1 : liste des 22 substances les plus fréquemment utilisées (Pesti'home, ANSES).....	9
Tableau 2 : liste des substances actives recherchées dans l'air des logements et performances d'analyse.....	13
Tableau 3 : caractéristiques des logements échantillonnés .....	14
Tableau 4 : résultats synthétiques par substance active des concentrations détectées dans l'air des logements .....	17
Tableau 5 : Classement toxicologique adopté par L'Anses dans le rapport de la CNEP pour les molécules détectées dans l'air des logements. Les cases en couleurs indiquent les plus hauts niveaux de classification de chaque catégorie. ....	19
Tableau 6 : Critères de toxicité chronique et aiguë retenus pour caractériser le danger des substances détectées dans la CNEP en vue d'une priorisation [ANSES 2020] .....	20
Tableau 7: Cancérogénité pour les 5 molécules non présentes dans l'étude Anses .....	20



## Bibliographie

- [Anses, 2020]. Campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air ambiant - Premières interprétations sanitaires., juin 2020
- [Anses, 2017]. Proposition de modalités pour une surveillance des pesticides dans l'air ambiant (Rapport d'expertise collective).
- [LCSQA, 2020]. Résultats de la Campagne Nationale Exploratoire de mesure des résidus de Pesticides dans l'air ambiant (2018-2019).
- [Anses, 2019] . Étude Pesti'home Enquête nationale sur les utilisations domestiques de pesticides, ANSES, septembre 2019
- [Anses, 2010]. Recommandations et perspectives pour une surveillance nationale de la contamination de l'air par les pesticides, ORP
- [ENVT, 2017]. Loyant, Louise. Neurotoxicité développementale du chlorpyrifos via le système endocannabinoïde : effets comportementaux chez le rat. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2017, 112 p.
- [Atmo Nouvelle Aquitaine, 2020]. Les pesticides dans l'air - Mesure dans la Plaine d'Aunis, juin 2020, Atmo Nouvelle Aquitaine.
- [INERIS, 2001] Mise au point des techniques de prélèvement et d'analyse des biocides dans l'environnement intérieur, CSTB, octobre 2001.

# Annexes

<b>Annexe 1 : concentrations moyennes par molécule et par logement .....</b>	<b>39</b>
<b>Annexe 2 : Calendrier de prélèvement par logement .....</b>	<b>42</b>
<b>Annexe 3 : Comparaison des valeurs air intérieur/air extérieur pour les molécules quantifiées.....</b>	<b>45</b>
<b>Annexe 4 : conseils pour améliorer la qualité de l'air en intérieur .....</b>	<b>46</b>
<b>Annexe 5 : Critères de danger considérés pour la santé humaine.....</b>	<b>47</b>

## Annexe 1 : concentrations moyennes par molécule et par logement

	Log01	Log02	Log03	Log04	Log05	Log05b
2,4-D (ESTERS)	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2,4DDT	0.10	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
4,4DDT	0.11	0.12	<LD	<LD	<LD	<LD
Bifenthrine	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Boscalid	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Chlorothalonil	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0.11
Chlorprophame	0.40	<LD	<LD	<LD	<LD	0.57
Chlorpyrifos ethyl	0.12	0.05	<LD	0.77	<LD	0.20
Chlorpyrifos methyl	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Clomazone	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cyfluthrine	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cymoxanil	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cypermethrine	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cyprodinil	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Deltamethrine	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Dichlorvos	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Dieldrine	<LD	0.62	0.57	<LD	<LD	<LD
Difenoconazole	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Diphenylamine	0.40	0.12	0.30	1.13	0.24	0.85
Endosulfan	0.23	0.04	<LD	<LD	<LD	<LD
Epoxiconazole	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Etofenprox	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Fenpropidine	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Fipronil	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Fluazinam	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Folpel	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Lenacil	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Lindane	0.91	28.68	0.39	0.60	1.66	4.11
Permethrine	<LD	<LD	<LD	0.09	0.60	<LD
Piperonyl butoxide (PBO)	<LD	0.03	<LD	<LD	<LD	<LD
Pyrimethanil	<LD	0.04	<LD	<LD	<LD	<LD
Spiroxamine	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Tebuconazole	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Terbutryne	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Tolylfluanide	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0.04

	log06	log07	log08	log09	log10	log11	log12	log13	log13b
2,4-D (ESTERS)	0.01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2,4DDT	<LD	<LD	0.72	<LD	<LD	0.02	<LD	0.49	0.05
4,4DDT	<LD	<LD	0.32	<LD	<LD	<LD	<LD	0.58	0.04
Bifenthrine	<LD	<LD	0.01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Boscalid	<LD	<LD	<LD						
Chlorothalonil	<LD	<LD	<LD						
Chlorprophame	0.46	0.18	0.18	0.56	<LD	0.35	0.42	1.42	0.27
Chlorpyrifos éthyl	<LD	0.02	<LD	<LD	<LD	0.03	<LD	25.07	<LD
Chlorpyrifos méthyl	<LD	<LD	<LD						
Clomazone	<LD	<LD	<LD						
Cyfluthrine	<LD	<LD	<LD						
Cymoxanil	<LD	<LD	<LD						
Cypermethrine	<LD	<LD	<LD						
Cyprodinil	<LD	<LD	<LD						
Deltamethrine	<LD	<LD	<LD						
Dichlorvos	<LD	<LD	<LD						
Dieldrine	<LD	<LD	<LD	6.23	<LD	15.07	<LD	2.34	<LD
Difenoconazole	<LD	<LD	<LD						
Diphenylamine	0.45	0.25	0.58	0.13	0.07	0.07	0.44	0.12	<LD
Endosulfan	<LD	<LD	<LD	33.69	<LD	5.82	2.58	0.9	<LD
Epoxiconazole	<LD	<LD	<LD						
Etofenprox	<LD	0.09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Fenpropidine	<LD	<LD	<LD						
Fipronil	0.13	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Fluazinam	<LD	<LD	<LD						
Folpel	<LD	<LD	<LD						
Lenacil	<LD	<LD	<LD						
Lindane	1.18	1.7	1.32	84.01	6.85	33.25	128.59	2.55	0.72
Permethrine	2.14	0.04	0.08	<LD	<LD	<LD	0.09	0.4	<LD
Piperonyl butoxide (PBO)	<LD	0.23	<LD						
Pyrimethanil	<LD	<LD	<LD	0.02	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Spiroxamine	<LD	<LD	<LD						
Tebuconazole	<LD	<LD	<LD						
Terbutryne	<LD	0.27	<LD						
Tolylfluanide	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0.46	<LD	<LD

	log14	log15	log16	log17	log18	log19b	log20
2,4-D (ESTERS)	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2,4DDT	<LD	<LD	0.03	<LD	<LD	<LD	0.09
4,4DDT	<LD	<LD	0.26	<LD	0.04	<LD	0.39
Bifenthrine	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Boscalid	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Chlorothalonil	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Chlorprophame	0.16	0.14	0.28	0.19	0.12	0.19	0.14
Chlorpyriphos éthyl	<LD	0.19	<LD	<LD	0.05	<LD	<LD
Chlorpyriphos méthyl	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Clomazone	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cyfluthrine	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cymoxanil	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cypermethrine	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cyprodinil	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Deltamethrine	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Dichlorvos	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Dieldrine	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	1.41	<LD
Difenoconazole	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Diphenylamine	0.07	0.04	0.1	0.09	0.14	0.44	0.36
Endosulfan	1.04	<LD	0.04	<LD	1.03	0.15	<LD
Epoxiconazole	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Etofenprox	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Fenpropidine	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Fipronil	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Fluazinam	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Folpel	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Lenacil	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Lindane	7.91	4.49	5.53	3.39	3.03	4.65	3.67
Permethrine	0.86	<LD	0.19	0.06	0.08	<LD	0.19
Piperonyl butoxide (PBO)	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0.04
Pyrimethanil	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Spiroxamine	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Tebuconazole	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Terbutryne	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Tolyfluanide	0.4	<LD	0.57	<LD	8.55	<LD	0.35

<LD : molécule non détectée







## Annexe 3 : Comparaison des valeurs air intérieur/air extérieur pour les molécules quantifiées.

Substance active	Nature	Air intérieur			Air extérieur				
		2019 – Agglomération de la Rochelle – Etude Biocides			Campagne nationale 2018-2019 [Anses 2020]			Campagne La Rochelle 2019 [AtmoNA, 2020]	
		Moyenne (ng/m <sup>3</sup> )	Maximum (ng/m <sup>3</sup> )	FD (%)	Moyenne (ng/m <sup>3</sup> )	P99	FD (%)	Moyenne (ng/m <sup>3</sup> )	FD (%)
Lindane	Insec.	15.15	196.99	98%	0.057	0.21	97%	0.06	100%
Endosulfan		2.16	73.27	27%	nr	nr	nr	0	0%
Dieldrine		1.21	23.14	22%	0	0	0	0	0%
Chlorpyriphos éthyl		0.67	26.15	17%	0.017	0.32	20%	0	0%
Permethrine		0.21	7.17	24%	0.009	0.07	5%	0	0%
4,4DDT		0.08	1.95	13%	nr	nr	nr	0.004	10%
2,4DDT		0.06	4.33	9%	nr	nr	nr	0	0%
Fipronil		0.01	0.75	1%	0.0002	0	0.15%	0	0%
Etofenprox		0	0.39	2%	0.0002	0	0.30%	0	0%
Bifenthrine		0	0.06	1%	0.0002	0.007	1%	0	0%
Piperonyl butoxide (PBO)	Syner.	0.01	0.31	5%	0.002	0.03	4%	0	0%
Tolylfluanide	Fong.	0.5	14.74	16%	0.0005	0	0.74%	0	0%
Diphenylamine		0.29	2.19	52%	nr	Nr	nr	nr	
Chlorothalonil		0.01	0.67	1%	0.227	3.94	24%	0.87	43%
Pyrimethanil		0	0.32	2%	0.168	0.88	17%	0.016	23%
Chlorprophame	Herb.	0.25	1.94	40%	0.026	0.56	8%	0	0%
Terbutryne		0.01	0.4	2%	0.0001	0	0.15%	0	0%
2,4-D		0	0.07	1%	0.015	0.09	17%	0.0013	13%

FD : fréquence de détection ; Nr : non recherché ; P99 : percentile 99

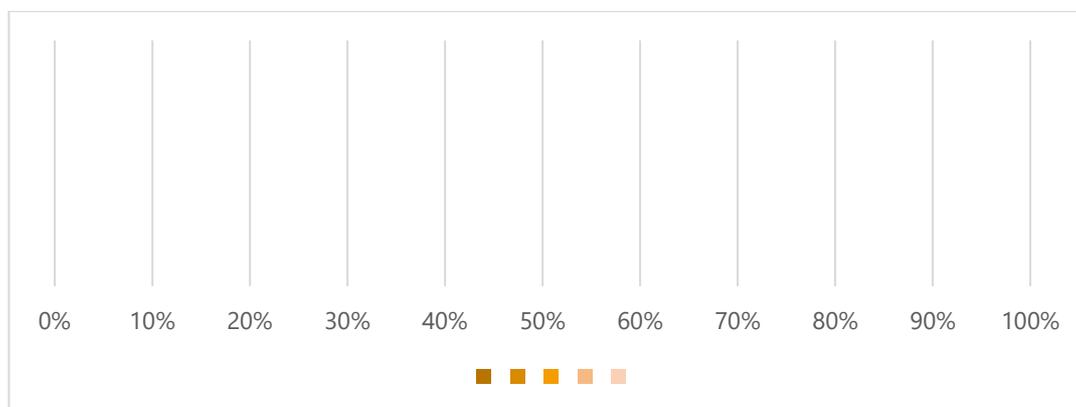


Figure 20 : répartition des valeurs quantifiées par classes de concentrations pour l'air intérieur (2018-2019) et l'air extérieur (2019, AtmoNA) sur l'agglomération de La Rochelle

## Annexe 4 : conseils pour améliorer la qualité de l'air en intérieur

Source : OQAI (<https://www.oqai.fr/fr/pollutions/ameliorer-la-qualite-de-l-air-interieur>)

- **Maîtriser les sources de pollution : commencez par acheter des produits étiquetés A+**

Votre premier réflexe s'agissant de la réduction des sources d'émission de polluants intérieurs : l'achat de produits de construction et de décoration étiquetés A+, c'est-à-dire avec des émissions en COV (composés organiques volatils) réduites.

- **Respectez les dosages et précautions d'emploi des produits d'entretien**

A défaut d'étiquetage pour choisir certains produits, l'OQAI conseil de respecter les dosages et les consignes d'utilisation, de ne pas accumuler de produits dans les espaces de vie, d'aérer correctement les locaux de stockage le cas échéant, et enfin d'être vigilant lors de l'utilisation de produits nocifs, inflammables, corrosifs ou toxiques, comme l'ammoniaque, l'eau de javel, les décapants pour les fours ou les déboucheurs de canalisation par exemple.

- **Gardez un usage très modéré des produits masquant d'odeurs type bougies ou encens**

L'utilisation de masquants d'odeurs, d'huiles essentielles, de bougies et d'encens doit rester modérée car elle contribue à la pollution chimique et particulaire. Restez donc vigilant sur ce point.

Enfin, évitez d'introduire de l'humidité dans votre logement, en remédiant à tout dégât des eaux et, dans la mesure du possible, en faisant sécher son linge dans un endroit aéré. L'humidité favorise le développement des moisissures et des acariens, dont les effets sur la santé respiratoire sont bien connus.

- **Bien aérer sa maison : un geste à adopter au quotidien, été comme hiver**

Après la réduction des sources d'émission de polluants, le renouvellement d'air est le second comportement à adopter pour garantir un air de qualité dans les bâtiments. Dans un lieu clos, le renouvellement de l'air a trois composantes : les fuites d'air parasites, l'ouverture des fenêtres par les occupants et le système mécanique de ventilation en présence d'un tel système.

En présence d'un système mécanique de ventilation (VMC), il faut s'assurer que ce système fonctionne correctement, à savoir :

- Des entrées d'air (dans les fenêtres ou coffres de volets) non obturées,
- Des espaces de 2 cm sous chaque porte,
- Des extractions d'air (dans les pièces d'eau) non cachées derrière un meuble ni obturées volontairement.

En l'absence d'un système mécanique de ventilation, aérez régulièrement sa maison ainsi que toutes les pièces d'un bâtiment quel qu'il soit. De façon générale, dès lors qu'une activité spécifique a lieu dans le bâtiment (ménage, bricolage, par ex.), il faut aérer. Pensez également à votre chambre et celle de vos enfants : aérer sa chambre est un réflexe à adopter chaque matin ou soir, quand vous le pouvez. Seulement 10 minutes par jour suffisent.

Nb : la liste des conseils ci-dessus n'est pas exhaustive. D'autres informations peuvent être consultées sur :

- La qualité de l'air intérieur : comment agir ? ( <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/batiments/article/qualite-de-l-air-interieur-comment-agir-recommandations>)
- Le site du ministère de la santé : Bureau Environnement intérieur, milieux de travail et accidents de la vie courante (<https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/batiments/article/qualite-de-l-air-interieur>)

## Annexe 5 : Critères de danger considérés pour la santé humaine

### Extrait du rapport ANSES sur la campagne nationale pesticides [ANSES,2020].

Les critères de toxicité chronique retenus pour caractériser le danger des substances détectées dans la CNEP sont les mêmes que ceux retenus dans l'expertise Anses de 2017 [Anses, 2017], à savoir :

- Les effets cancérogènes ;
- Les effets mutagènes ;
- Les effets reprotoxiques et sur le développement, dont le neurodéveloppement ;
- Les effets perturbateurs endocriniens (PE) ;
- Les effets neurodégénératifs (maladie de Parkinson, maladie d'Alzheimer, sclérose latérale amyotrophique et troubles cognitifs) ;
- Les effets liés à une toxicité spécifique pour certains organes cibles suite à une exposition répétée.

Les classifications renseignées dans l'avis de l'Anses 2017 s'appuient sur les sources de données décrites dans le Tableau 12. Dans le cadre de ce rapport, les classifications actualisées au regard d'évaluations récentes du règlement relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges (règlement n°1272/2008) – dit règlement CLP - et du Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) ont été considérées. À noter que les classifications issues de l'US EPA et de l'expertise Inserm de 2013 ont été prises en compte mais n'ont pas fait l'objet d'une mise à jour. Pour les effets PE, les conclusions des évaluations réglementaires conduites dans le cadre du règlement (EU) 2018/605 modifiant l'Annexe II du règlement (CE) 1107/2009 ont été prises en compte<sup>5</sup>.

Les différents critères et les sources de données associées considérées dans le cadre de cette expertise sont résumés dans le tableau 12. Selon le critère de toxicité considéré, une seule source de données ou plusieurs peuvent documenter le critère.

Pour chacun des types d'effets, il est possible qu'une substance active présente plusieurs classifications pour un même effet, comme par exemple pour l'effet cancérogène. Dans ce cas, la classification la plus pénalisante a été retenue (Anses, 2017a). Ce choix se justifie dans un exercice de priorisation du danger devant être appliqué de façon homogène à un grand nombre de substances. Cette façon de procéder ne reflète pas une prise de position sur les évaluations réalisées.

---

<sup>5</sup> À noter que depuis le 2 juin 2020, le site edlists.org répertorie la liste des substances reconnues comme étant des perturbateurs endocriniens dans la réglementation européenne sur les produits chimiques. Le site internet contient 3 listes de perturbateurs endocriniens :

- Les substances reconnues comme perturbateurs endocriniens dans l'Union européenne ;
- Les substances en cours d'évaluation pour leurs propriétés de perturbation endocrinienne suspectées dans le cadre d'une législation européenne ;
- Les substances considérées comme perturbateurs endocriniens dans l'un des États membres participants.

À la date du 5 juin 2020, le prochloraz semble être la seule substance concernée par ces travaux à être référencée (liste III).

**Tableau 12 : Critères de toxicité chronique et aiguë retenus pour caractériser le danger des substances détectées dans la CNEP en vue d'une priorisation**

Critères de toxicité chronique	Sources considérées dans l'expertise de l'Anses 2017	Sources <u>supplémentaires</u> considérées dans le présent rapport
Cancérogénicité	Règlement CLP, CIRC, Inserm (2013), US EPA	Règlement CLP et classification CIRC actualisés
Mutagénicité	Règlement CLP	Règlement CLP actualisé
Reprotoxicité et effets sur le développement	Règlement CLP, Inserm (2013)	Règlement CLP actualisé
Effets perturbateurs endocriniens	Bases de données et classifications retenues dans l'expertise Anses de 2017 (BKH 2000 et 2003, DHI, IEPA, US EPA, Liste SIN, Lite TEDX)	Règlement (CE) 1107/2009 et règlement (EU) 2018/605 modifiant l'Annexe II du règlement (CE) 1107/2009
Effets neurodégénératifs	Inserm (2013)	/
Toxicité spécifique pour certains organes cibles (exposition répétée)	Règlement CLP	Règlement CLP actualisé

Le GT souhaite également apporter des précisions sur les niveaux de cotation du danger « Données inadéquates pour l'évaluation du potentiel cancérogène / du potentiel reprotoxique / des effets neurodégénératifs chez l'homme ou substance non classée », « Données inexistantes ou insuffisantes » et « Substance non classée ». En effet, dans le cas d'une absence de classification, il peut être difficile de distinguer les deux situations suivantes : 1) il n'existe pas de données ou les données sont inadéquates pour étudier l'effet ou 2) une étude a été réalisée et permet de conclure à l'absence de l'effet pour la substance concernée. Par exemple, une absence de classification pour un effet cancérogène pour une substance donnée par le CIRC ou l'US EPA signifie que cette instance n'a pas réalisé de travaux pour cette substance. En effet, le CIRC et l'US EPA proposent une catégorie « Probablement pas cancérogène pour l'homme ». Dans le cas du règlement CLP, il apparaît plus difficile de faire le lien entre absence de classification et absence d'effet, notamment pour les substances interdites depuis plusieurs années. En effet, la mise à jour de la classification peut être associée au processus de réévaluation d'une substance.



RETROUVEZ TOUTES  
NOS **PUBLICATIONS** SUR :  
[www.atmo-nouvelleaquitaine.org](http://www.atmo-nouvelleaquitaine.org)

## Contacts

---

[contact@atmo-na.org](mailto:contact@atmo-na.org)  
Tél. : 09 84 200 100

Pôle Bordeaux (siège social) - ZA Chemin Long  
13 allée James Watt - 33 692 Mérignac Cedex

Pôle La Rochelle (adresse postale-facturation)  
ZI Périgny/La Rochelle - 12 rue Augustin Fresnel  
17 180 Périgny

Pôle Limoges  
Parc Ester Technopole - 35 rue Soyouz  
87 068 Limoges Cedex

