



# LES PESTICIDES DANS L'AIR EN BASSE NORMANDIE 2007

Jean-Paul GOGUET



0.01 0.02 0.03 0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.1



# Sommaire

<b>INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
<b>I – GENERALITES</b>	<b>5</b>
<b>A : DANGER DES PESTICIDES</b>	<b>5</b>
1- EXPOSITION ET TOXICITÉ.	5
2- RISQUES.	6
3- EFFETS.	6
<b>B : LES PESTICIDES EN BASSE-NORMANDIE</b>	<b>6</b>
<b>C : POURQUOI DANS L’AIR ?</b>	<b>7</b>
<b>D : LES RÉSULTATS DE L’ÉTUDE 2003-2004</b>	<b>8</b>
<b>II – METHODOLOGIE</b>	<b>9</b>
<b>A : LES OBJECTIFS DE L’ÉTUDE 2007</b>	<b>9</b>
<b>B : CHOIX DES PRODUITS À RECHERCHER</b>	<b>9</b>
<b>C : CHOIX DES SITES DE PRÉLÈVEMENT</b>	<b>9</b>
<b>D : CHOIX DE LA PÉRIODE DE PRÉLÈVEMENT</b>	<b>11</b>
<b>III – RESULTATS DES MESURES 2007</b>	<b>14</b>
<b>A : FRÉQUENCE DE DÉTECTION</b>	<b>14</b>
<b>B : LES CONCENTRATIONS DANS L’AIR</b>	<b>16</b>
<b>C : COMPARAISON 2004-2007.</b>	<b>21</b>
<b>D: EAUX DE PLUIE</b>	<b>23</b>
<b>CONCLUSIONS</b>	<b>27</b>
<b>GLOSSAIRE</b>	<b>28</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>29</b>

Air C.O.M. remercie :

Les financeurs de cette étude ; l'ADEME, la DRASS de Basse-Normandie, la DIREN de Basse-Normandie, le Conseil Régional de Basse-Normandie.

Les membres du groupe de pilotage ; le SRPV, la DRASS, la DIREN, l'ADEME, le Conseil Régional de Basse-Normandie et l'agence de bassin Seine Normandie.

Les exploitants des sites de prélèvement ; le proviseur du lycée agricole et horticole de Coutances, le Maire de la commune de Pirou et le directeur du SRPV.

## INTRODUCTION

Les produits destinés à lutter contre les organismes jugés nuisibles sont utilisés en quantités importantes dans différents domaines : en premier lieu l'agriculture, mais aussi la voirie (entretien des routes et des voies ferrées), le traitement du bois et divers usages privés ou publics (jardinage, espaces verts, traitement des locaux...).

Le marché européen est le deuxième marché mondial. La France est le premier consommateur de pesticides de l'union européenne et le quatrième mondial après les USA, le Japon et le Brésil.

Depuis de nombreuses années, les campagnes d'observation de la qualité des milieux ont mis en évidence la présence de certains pesticides et de leurs produits de décomposition dans les sols et dans les eaux. Depuis quelques années, les pesticides ont également été mis en évidence dans l'air.

Une première étude exploratoire menée par Air C.O.M en 2003-2004 a montré que notre région n'était pas épargnée et que les doses quotidiennes absorbées par la respiration pouvaient être du même ordre de grandeur que celles absorbées en buvant une eau à la limite de la potabilité.

En huit ans, entre 1999 et 2006, les quantités de pesticides vendues en France ont baissé de 44%.



# I - GENERALITES

## A : danger des pesticides

Actuellement, la classification française comprend trois catégories de pesticides : “très toxique”, “toxique” et “nocif”, basées sur les doses létales 50 (DL 50 : dose qui tue 50% des animaux soumis à l’expérimentation).

Cette classification est **moins stricte que celle de l’O.M.S.** (Organisation Mondiale de la Santé) qui comprend cinq niveaux : du extrêmement dangereux au sans risque dans le cadre d’une utilisation normale.

<b>la</b>	<b>Extrêmement dangereux</b>
<b>lb</b>	<b>Très dangereux</b>
<b>II</b>	<b>Modérément dangereux</b>
<b>III</b>	<b>Peu dangereux</b>
<b>uh</b>	<b>Sans risque en utilisation normale</b>

Figure 1 : Classification O.M.S. des pesticides

L’OMS classe un produit dans la catégorie “très dangereux”, avec des concentrations pour une DL 50, jusqu’à 5 fois plus faible que la classification française.

Le risque de cancérogénèse est hiérarchisé par l’Europe du niveau 1 (substance que l’on sait être cancérogène pour l’homme sur la base d’études épidémiologiques) au niveau 3 (substance préoccupante pour l’homme en raison de données animales contradictoires ou insuffisantes). Le niveau 2 est attribué à toute substance cancérogène pour l’homme en raison de données animales concluantes. Les risques de mutagénèse et d’altération de la reproduction ont une classification similaire.

En outre, dans le cadre de la nouvelle approche de la Commission Européenne concernant l’évaluation des substances actives présentes dans ces produits, près de **500 substances**, dont des insecticides, des fongicides et des herbicides, pourraient être interdites.

### 1- exposition et toxicité.

Les pesticides représentent une large gamme de produits utilisés de façon très variable.

Les modes d’actions, de fixation sur l’organisme sont également très différents.

En l’état actuel des connaissances, les relations doses-effets sont difficiles à estimer, excepté dans le cas où l’exposition entraîne une variation de paramètres biochimiques.

La gravité de l’intoxication va dépendre de plusieurs facteurs :

- Le mode d’exposition : quatre modes d’exposition peuvent être retenus : cutanée, oculaire, par ingestion et par inhalation.
- Les propriétés physicochimique des pesticides : le danger que représente un pesticide dépend de son état (gaz, liquide ou solide), de ses propriétés qui déterminent le compartiment dans lequel on pourra le retrouver (air, eau, sol ou aliment) et de sa toxicité.
- Le métabolisme : une fois présents dans l’organisme, les pesticides peuvent être métabolisés, accumulés ou éliminés plus ou moins rapidement.

- L'état de santé : l'état de santé de la personne exposée est un facteur important de la gravité de l'intoxication.
- Une carence nutritionnelle, la déshydratation ou la fièvre entraîne des risques d'intoxication plus sévère.

### **2- risques.**

L'exposition aux pesticides peut se présenter sous trois formes :

- Une exposition unique, intense et de courte durée à laquelle sont soumises les personnes chargées de la préparation ou de l'épandage de pesticides lors d'accident.
- Une exposition intense et prolongée auxquels sont soumis les personnes chargées de la préparation, de l'épandage ou de la récolte.
- Une exposition faible et prolongée.

Le premier risque concerne peu de monde alors que le dernier concerne l'ensemble de la population. Dans ce dernier cas, les personnes les plus nombreuses sont aussi les moins protégées (pas de gant, de lunettes, de masque).

### **3- effets.**

En l'état des connaissances, il est difficile de cerner les effets des pesticides sur la population. Cependant, l'O.M.S., à partir de l'observation des expositions professionnelles, d'accidents et d'essais de laboratoire, cite les quatre effets suivants :

- L'apparition de cancers : des lèvres, de l'estomac, de la peau, et des tissus hématopoïétiques...
- Les troubles de la reproduction (stérilité, malformations fœtales...).
- Les pathologies neuroleptiques.
- Et les troubles immunitaires, ophtalmologiques, respiratoires, cutanés et médullaires.

## **B : les pesticides en Basse-Normandie**

En Basse-Normandie, plus de 140 molécules chimiques différentes sont régulièrement utilisées, que ce soit par le monde agricole, les services publics, les collectivités ou encore les particuliers. Les travaux du FREDEC de Basse-Normandie montrent que les pratiques moyennes par type de culture vont de 0,4 kg à 220kg de produits épandus par hectare et par an, ce qui représente près de 54 mg par mètre carré et par jour pour les épandages les plus importants. C'est de l'ordre de grandeur des retombées de poussières sédimentables dans l'agglomération caennaise.

**Pratique moyenne retenue pour 1 ha de culture en Basse-Normandie**

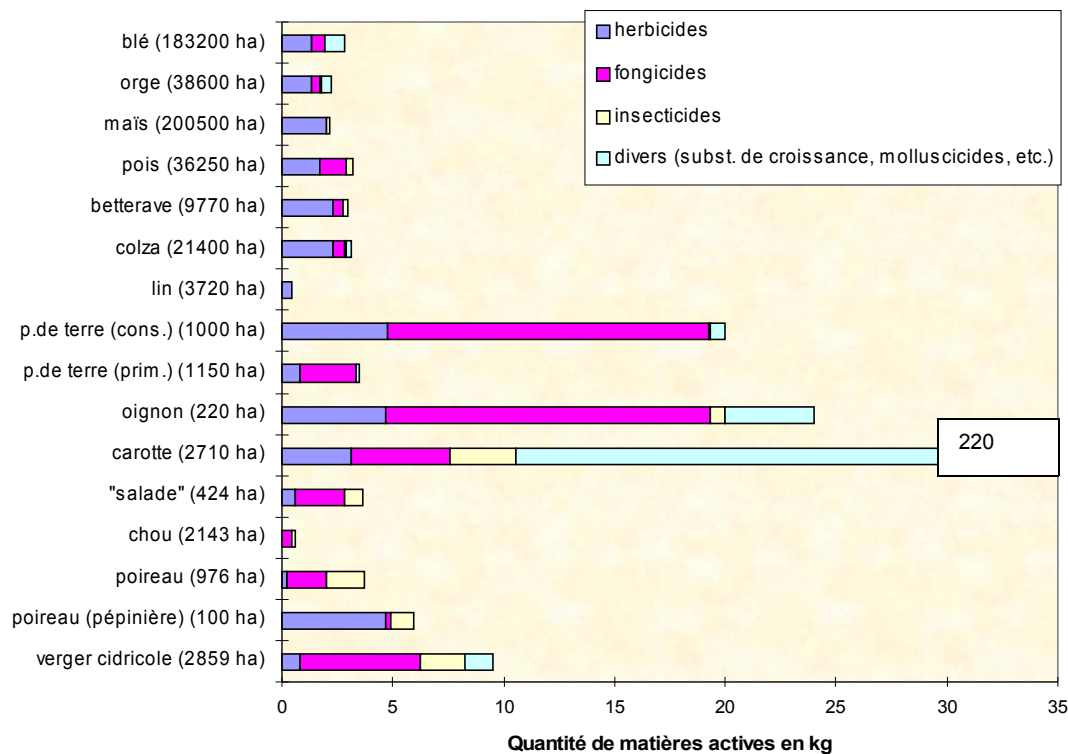


Figure 2 : l'utilisation des pesticides en Basse-Normandie (source FREDEC, DRAF)

**C : pourquoi dans l'air ?**

L'utilisation des pesticides entraîne leur dispersion à partir des traitements. La figure 3 schématise les modes de contamination et les milieux touchés. La fabrication, le transport, le stockage et la préparation avant épandage ne sont pas pris en compte, même s'ils ne sont pas sans effet sur l'environnement.

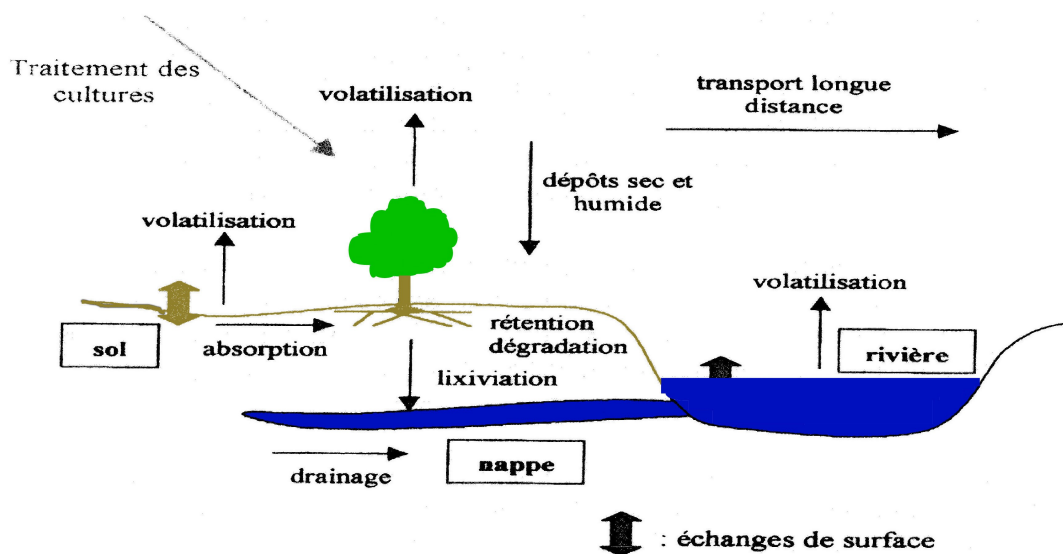


Figure 3 : dispersion des pesticides dans l'environnement.



Dès l'épandage, un transfert vers l'atmosphère est possible. Il est influencé par le mode d'épandage (taille des gouttelettes) et les conditions météorologiques (vent, température...). Ce transfert peut représenter jusqu'à 30 % du produit épandu. Des émissions importantes peuvent également se produire après épandage, à partir du sol ou à partir des plantes ou arbres. C'est la volatilisation dont la majeure partie se produit le jour même, mais qui en fonction de la volatilité du produit et de sa stabilité peut également se produire pendant plusieurs jours après le traitement. Cette volatilisation peut représenter jusqu'à 80% de perte après traitement. Les produits phytosanitaires, une fois dans l'air peuvent être transportés à plus ou moins grandes distances (des chercheurs canadiens ont découvert que les déjections d'oiseaux de mer en arctique contiennent de fortes proportions de DDT et de pesticides. Sciences 15/7/2005).

## **D : les résultats de l'étude 2003-2004**

Sur les 140 molécules utilisées en Basse-Normandie, une sélection rigoureuse basée sur la toxicité, le tonnage utilisé, la volatilité et la faisabilité du prélèvement et de l'analyse a permis de limiter la liste des pesticides recherchés au nombre de 17.

Neuf semaines de prélèvement ont été réparties sur les périodes de forte utilisation des pesticides : juillet 2003, mars et juin 2004 et sur deux sites ; Coutances à proximité de zones de maraîchage et Carentan dans le parc régional des marais du Cotentin et du Bessin.

Six produits n'ont jamais été détectés. Il s'agit des deux traceurs utilisés dans les vignobles : le terbuthylazine et le dichlorvos, de la simazine utilisée en arboriculture et du mercaptodiméthur utilisé sous forme solide. Le linuron et le parathion méthyl, fréquemment utilisés en zone de maraîchage n'ont jamais été détectés.

Par contre, le lindane, interdit depuis plusieurs années, a été détecté aussi bien à proximité des zones de maraîchage qu'en zone protégée dans le Parc des Marais du Cotentin.

L'atrazine, également interdit depuis septembre 2003, a été retrouvé dans tous les prélèvements de juin 2004.

Le chlortoluron, herbicide habituellement utilisé en période hivernale, n'a été détecté que dans un prélèvement, sur le site de Coutances en avril 2004.

Le carbendazime et le pendiméthaline, produits régulièrement utilisés en grande culture, ont été trouvés dans tous les prélèvements réalisés sur le site de Coutances.

Les concentrations des différents pesticides sont extrêmement variables en fonction des produits et de la période. A Coutances, il existe un facteur supérieur à 1000 entre la plus faible concentration mesurée (0,006 ng/m<sup>3</sup> pour le chlorpyrifos en mars 2004 et 9,9 ng/m<sup>3</sup> pour l'endosulfan sur la première semaine d'avril).

## II - METHODOLOGIE

### A : les objectifs de l'étude 2007

Cette étude s'est déroulée du 3 avril au 31 juillet 2007. Il s'agit de la seconde étude concernant directement la détection des pesticides présents dans l'air en Basse-Normandie. Les principaux objectifs de cette étude sont :

- d'estimer l'intensité de la pollution par les pesticides en Basse-Normandie, en zones habitées, d'une part à proximité des zones d'épandage (quelques kilomètres) et en zones protégées (à quelques dizaines de kilomètres) et d'autre part en zone fortement urbanisée (l'agglomération caennaise);
- d'estimer les transports aériens de quelques produits phytosanitaires, à moyennes et longues distances (quelques dizaines à quelques centaines de kilomètres) ;
- De mieux documenter l'évolution temporelle des concentrations en produits phytosanitaires.

### B : choix des produits à rechercher

Rechercher et analyser les 140 molécules utilisées en Basse-Normandie n'est pas possible tant pour des raisons financières que techniques.

Une méthodologie de sélection a donc été mise au point, basée sur plusieurs critères :

- la toxicologie : les produits dont la D.J.A. Dose Journalière Admissible est la plus faible sont choisis en priorité
- le tonnage : les produits les plus utilisés dans la région sont retenus.
- la volatilité : la constante de Henry qui caractérise l'aptitude d'une substance à passer de la phase aqueuse à la phase gazeuse et la présence de ces pesticides dans les eaux de pluies de la région.

La liste ainsi obtenue est confrontée d'une part à la faisabilité du prélèvement et de l'analyse et d'autre part à la liste des pesticides déclarés prioritaires dans l'air au niveau national, avec une attention particulière pour des produits dont l'utilisation est interdite et des produits a priori non utilisés dans la région.

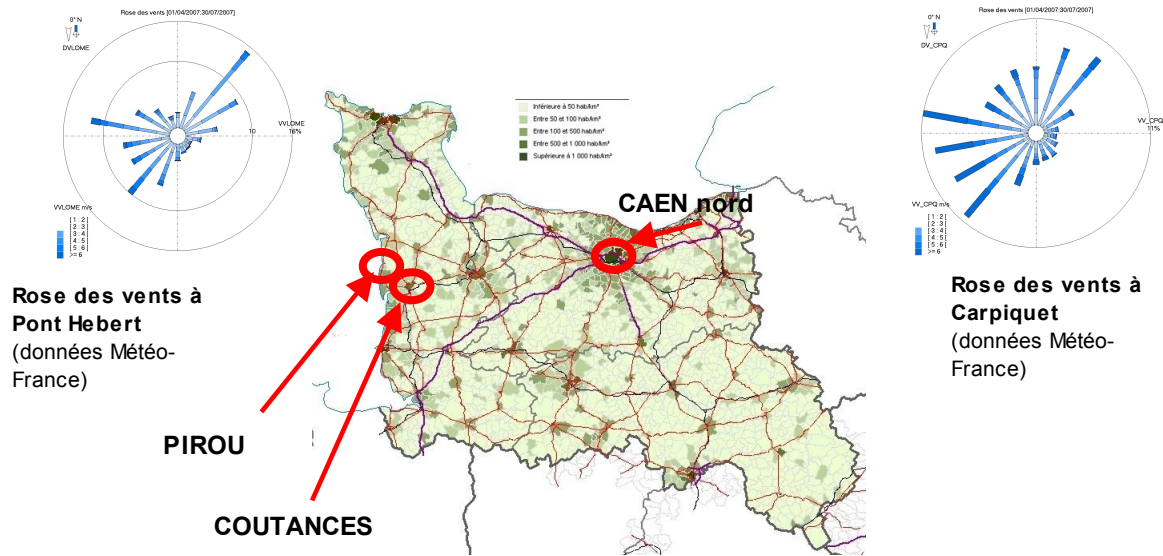
Dix sept pesticides étaient sélectionnés dans la liste des années 2003 et 2004. Les techniques d'analyse permettent maintenant de rechercher un plus grand nombre de pesticides avec une bonne fiabilité. Pour cette étude 48 pesticides comprenant les 17 de la liste initiale ont été recherchés dans l'air et 95 dans les eaux de pluie. Ces listes sont fournies en annexe.

### C : choix des sites de prélèvement

En Basse-Normandie, la surface agricole utile occupe 77% du territoire. Près de 50% de cette surface est destinée à l'élevage des bovins. Cependant, le département de la Manche est le premier producteur français de poireaux, de navets, le deuxième pour le céleri rave et la scarole, et le troisième pour la carotte.

C'est également sur ce type de culture que se retrouve les plus fortes doses de produits phytosanitaires épandues par hectare en Basse Normandie.

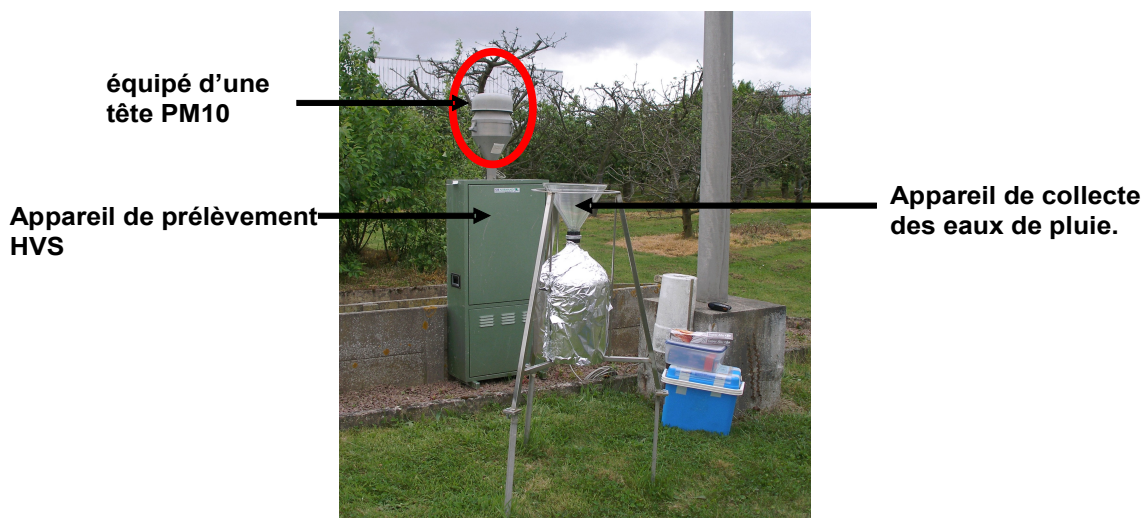
## Pesticides : les choix des sites.



**Figure 4 : carte d'implantation**

La stratégie de prélèvement retenue par le groupe de travail réuni par Air C.O.M., constitué de représentants du Conseil Régional, de la DRASS, de la DRAF (SRPV), de l'ADEME, de la DIREN, et de la Chambre Régionale d'Agriculture consiste à effectuer des prélèvements en parallèle sur 3 sites. Le premier site devait être situé à proximité immédiate des zones maraîchères, le deuxième devait être situé sous les vents dominants, enfin le troisième site devait être implanté dans la zone la plus peuplée de la région. Les trois sites retenus sont Pirou, Coutances et Hérouville Saint Clair (noté Caen nord sur la carte précédente). Le détail des caractéristiques des sites de mesure est fourni en annexe. Le site de Caen nord est choisi pour la collecte simultanée des eaux de pluie.





*Figure 5 : vue du site de Hérouville*

### D : choix de la période de prélèvement

Les résultats de l'étude 2003-2004 nous ont conduits à choisir de réaliser une campagne de prélèvement de quatre mois consécutifs, au moment de la période de plus forte utilisation de produits phytosanitaires. Cette période s'étend de début mars à fin août. Le tableau ci-après indique les périodes habituelles d'utilisation des pesticides ainsi que les périodes de prélèvement de la première campagne de mesure en 2003-2004. Pour cette seconde campagne de mesure la période choisie couvre les mois d'avril à juillet (cadre rouge sur la figure 6).

# Pesticides : la liste des produits recherchés en 2003-2004.

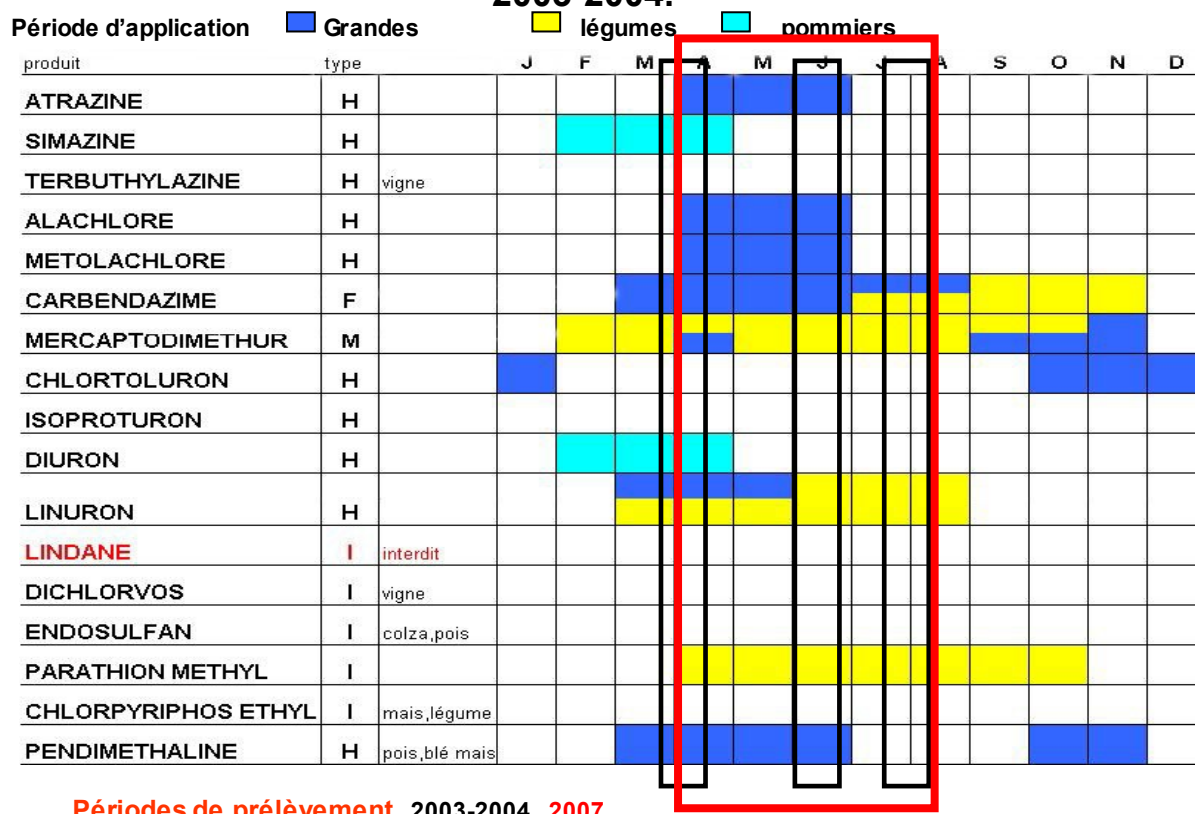


Figure 6 : les périodes d'utilisation des pesticides et les périodes de prélèvement.

Air C.O.M. est membre du groupe ad hoc de l'AFNOR (Association Française de NORMalisation) travaillant sur le projet de norme NFX 43-058 sur les prélèvements et NFX 43-059 sur les méthodes d'analyse des pesticides dans l'air. Ces normes ont été publiées en septembre 2007.

En 2003-2004, en l'absence de normes européennes sur la mesure des pesticides, l'INERIS (Institut National de l'Environnement industriel et des RISques), l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) et d'autres associations dont Air C.O.M. ont retenu comme référence les normes américaines EPA TO-4A et TO-10A.

En 2007, Air C.O.M. a utilisé les mêmes méthodes de prélèvement et le laboratoire les mêmes méthodes d'analyses. Elles sont conformes aux normes NF visées ci-dessus.

En choisissant d'implanter un site de prélèvement en zone à priori peu polluée par les pesticides, il est nécessaire de collecter suffisamment de matière pour pouvoir réaliser des analyses correctes.

Le préleveur choisi pour cette étude est donc un préleveur à haut débit (jusque 60 m<sup>3</sup> par heure). Cet appareil bien connu a déjà fait l'objet de différents tests en France, tant pour la mesure des HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) que pour celle des pesticides. Cependant Air C.O.M. pour cette étude, comme pour la précédente a décidé d'équiper cet appareil d'une tête de prélèvement PM10 permettant de ne collecter que la fraction respirable des pesticides.

Compte tenu du coût, le nombre d'analyses possible était limité. Air C.O.M. a donc décidé de procéder à des prélèvements hebdomadaires, ce qui permettait 16 semaines de mesure. Le prélèvement, à haut débit, pendant une semaine peut présenter des risques de colmatage des filtres. Aussi, le débit de prélèvement a été limité et régulé à 20 m<sup>3</sup> par heure. Dans ce cas, la coupure granulométrique de la tête de prélèvement passe de 10 µm à 12 µm.

Les supports de prélèvement (mousse de polyuréthane et filtre en quartz) sont conditionnés par le laboratoire d'analyse suivant la norme NFX 43059.

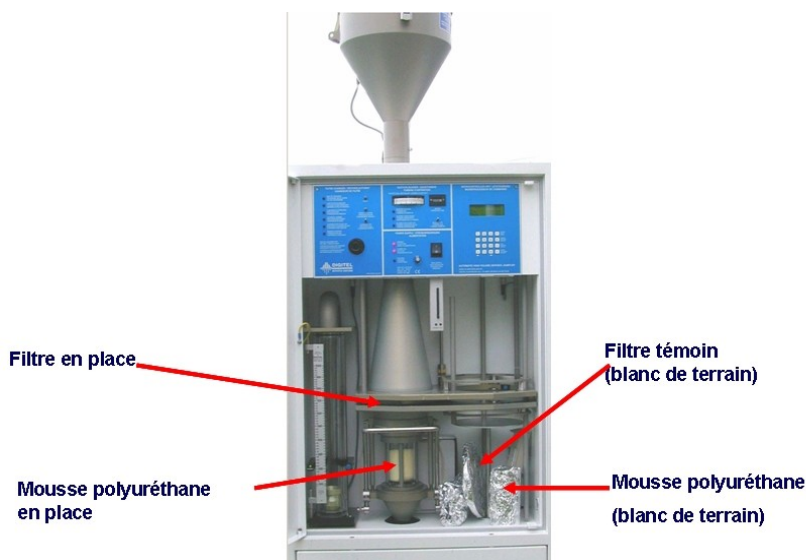
Les ensembles (filtres, mousses) conditionnés doivent être utilisés dans les 30 jours. Après prélèvement, les filtres et mousses sont placés à l'abri de la lumière en utilisant du papier d'aluminium. Ils sont placés dans une glacière accompagnée d'accumulateurs de froid garantissant une température de 4°C pendant 17 heures. Ils sont envoyés le plus rapidement possible au laboratoire d'analyse.

Le laboratoire procède à une extraction séparée des phases solide et gazeuse. Les extraits sont conservés à une température inférieure à -18°C en attente d'analyse.

Celle-ci se fait par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse en tandem (GC/MSMS) ou chromatographie liquide haute pression couplée à un détecteur à série de diodes (HPLC/DAD) suivant les produits à rechercher.

Afin de sécuriser la qualité des mesures, des analyses sont réalisées sur les filtres et mousses après conditionnement. Il s'agit des blancs de laboratoire.

Des analyses identiques sont réalisées sur des filtres et mousses subissant tous les transferts (laboratoire vers Air C.O.M., Air C.O.M. vers sites, stockage dans l'appareil de prélèvement pendant 7 jours, sites vers Air C.O.M., Air C.O.M. vers laboratoire). Ils sont appelés blancs de terrain.



**Figure 7 : L'appareil de prélèvement**

Des tests de perçage et des tests de répétabilité ont été effectués par Lig'Air et par l'INERIS.

Une procédure de mise en place et de retrait des supports de prélèvement est utilisée par les opérateurs.



### III – RESULTATS DES MESURES 2007

#### A : fréquence de détection.

Au total, 16 prélèvements d'une durée d'une semaine ont été réalisés sur chaque site (Coutances, Pirou et Caen). La liste des pesticides recherchés a évolué à la demande des membres du groupe de pilotage, 48 produits ont été recherchés dans les prélèvements d'air, dont les 17 recherchés lors de la première campagne de mesure. Indépendamment des concentrations mesurées dans les prélèvements, la fréquence de détection est un bon indicateur de la pollution de l'air par les pesticides.

Sur les 48 pesticides recherchés dans l'air, 23 n'ont jamais été trouvés.

Sur les 11 pesticides interdits depuis plus de trois ans, 4 ont été retrouvés. Il s'agit de l'atrazine, détecté dans près d'un prélèvement sur quatre sur tous les sites.

Le métolachlore, herbicide utilisé sur maïs avant 2003, est détecté dans 70% des prélèvements et sur tous les sites.

Le lindane utilisé en traitement des sols jusqu'en 1998, est détecté dans 9 % des prélèvements mais uniquement sur les sites de Coutances et Caen.

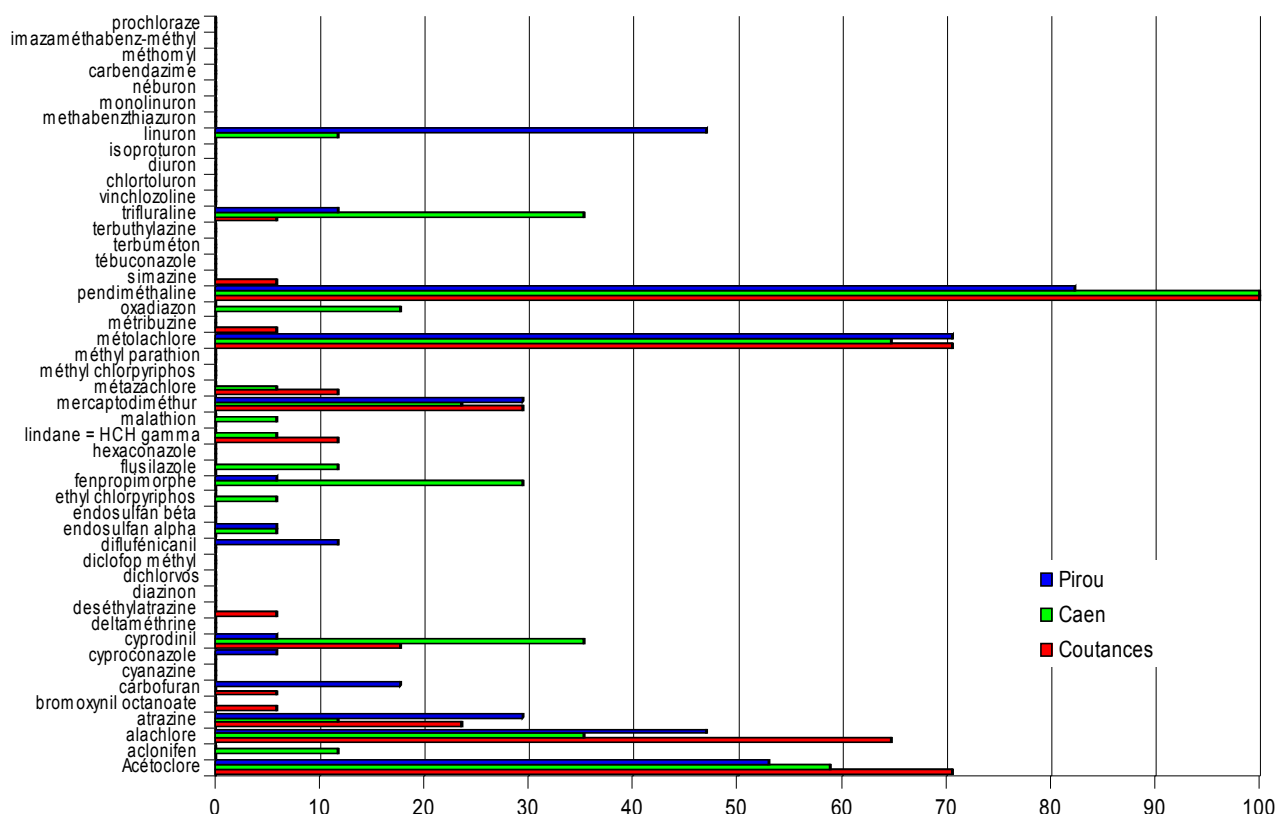


Figure 8 : Fréquence de détection des pesticides

Enfin, la simazine, herbicide utilisé avant 2001 sur verger et maïs est retrouvé dans 6 % des prélèvements mais uniquement sur le site de Coutances.

Trois pesticides ont été détectés dans plus d'un prélèvement sur deux.

Le pendiméthaline, utilisé sur verger, pomme de terre, légume et maïs est détecté dans 94 % des prélèvements (100 % à Coutances et Caen).

Le métolachlore interdit depuis 2003 est présent dans 70% des prélèvements.

L'acétochlore, herbicide principalement utilisé sur maïs est présent dans 71% des prélèvements à Coutances pour 59% à Caen et 53% à Pirou.

Trois produits sont plus présents à Pirou que sur les deux autres sites de prélèvements. Deux de ces produits peuvent traduire la spécificité du site, il s'agit du carbofuran utilisé principalement sur carotte et pomme de terre et du linuron utilisé sur carotte et céréale.

La carte établie par la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt de la Manche met en évidence la diversité des cultures à l'intérieur de zones géographiques limitées (le canton). Un recensement plus fin de l'utilisation des terres agricoles et des pesticides utilisés sur celles-ci permettrait une meilleure interprétation des résultats de ce type de pollution atmosphérique.

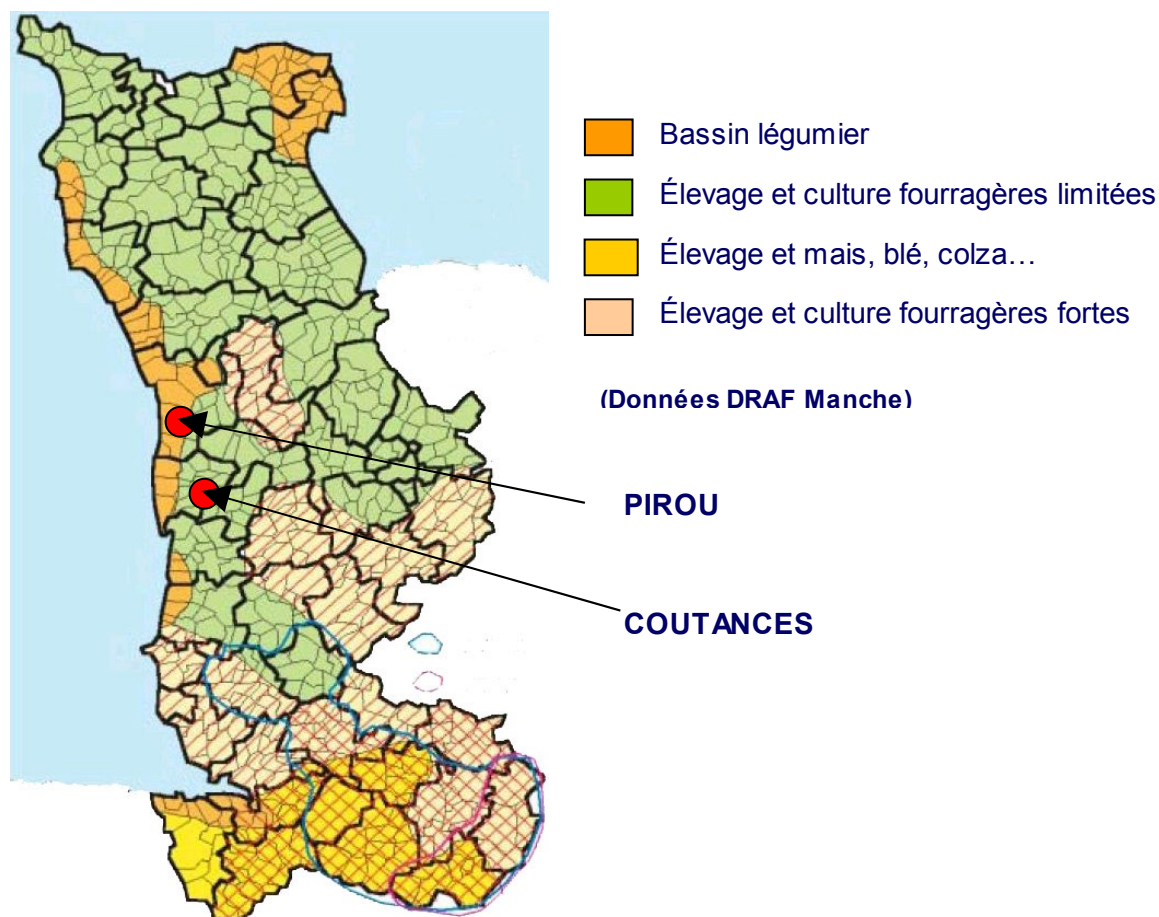


Figure 9 : Carte des pratiques agricoles (source DDAF de la Manche)

## B : les concentrations dans l'air

Les concentrations mesurées dans l'air sont très variables en fonction des pesticides et de la période de mesure. A Coutances, l'amplitude entre la plus faible concentration mesurée (0,02 ng/m<sup>3</sup> pour l'alachlore en juillet) et la plus forte concentration (4,2 ng/m<sup>3</sup> pour le pendiméthaline sur la deuxième semaine de mai) est très importante.

Lors de l'étude précédente, pour ce même site, la plus forte concentration était mille fois plus importante que la plus faible.

Les courbes d'évolution des concentrations pour l'ensemble des produits mesurés sur chaque site présentent des allures différentes (figure 10).

A Coutances, les concentrations maximales sont mesurées en mai puis elles restent relativement stables jusque fin juin.

A Caen, les concentrations commencent à augmenter début avril pour atteindre le maximum mi mai.

A Pirou, les concentrations croissent plus tardivement (mi avril) et plus lentement. Le maximum est atteint dans la deuxième quinzaine de juin.

Les concentrations moyennes, tous polluants confondus, sont également différentes. La concentration la plus faible (0,72 ng/m<sup>3</sup> en moyenne sur les quatre mois) est observée à Pirou. A Caen, la concentration moyenne tous produits confondus pendant ces quatre mois est de 0,93 ng/m<sup>3</sup>. Et c'est à Coutances qu'a été mesurée la plus forte concentration moyenne avec 1,21 ng/m<sup>3</sup>.

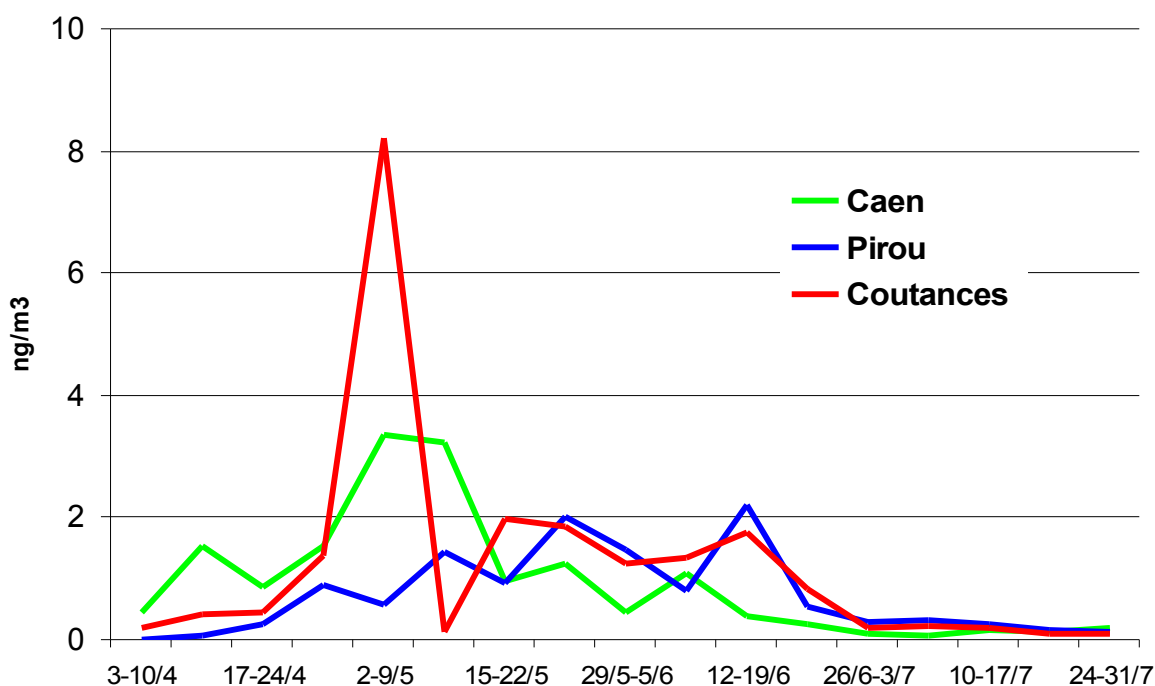
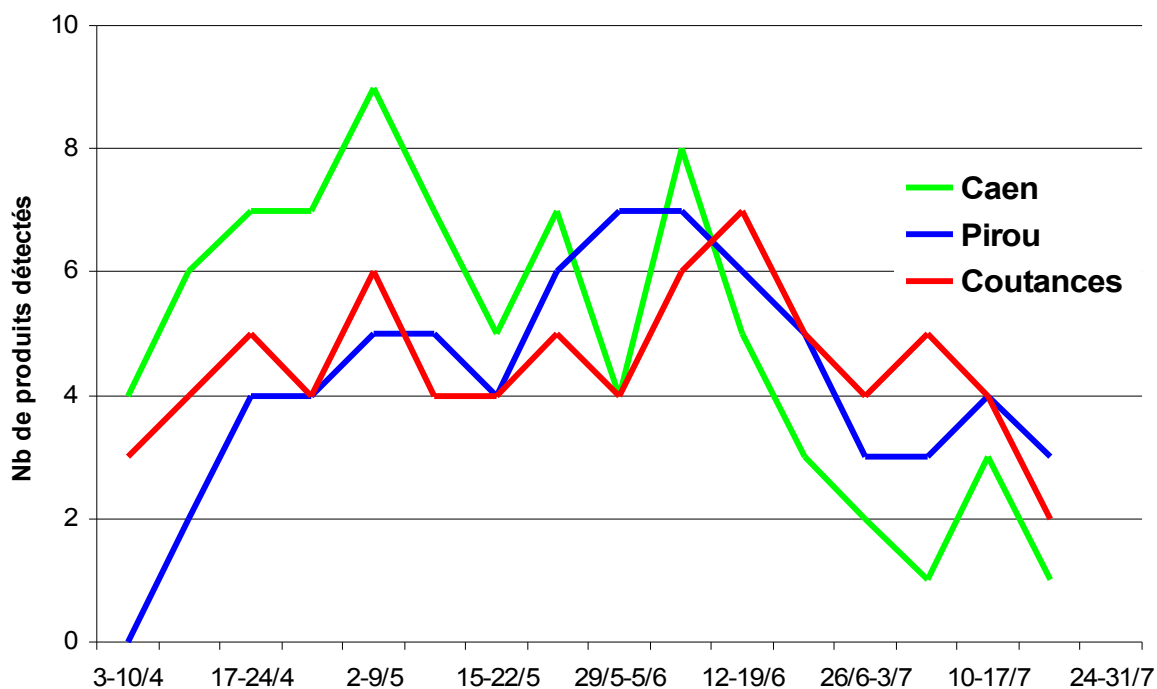


Figure 10 : évolution des concentrations totales tous produits confondus sur chaque site



**Figure 11 : évolution du nombre de produits détectés sur chaque site**

Si nous comparons maintenant le nombre de produits détectés (figure 11) avec la concentration totale mesurée (figure 10), il n'apparaît pas de lien net hormis en début et en fin de période de mesure.

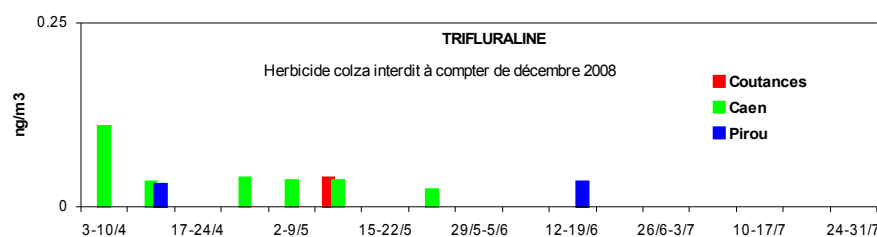
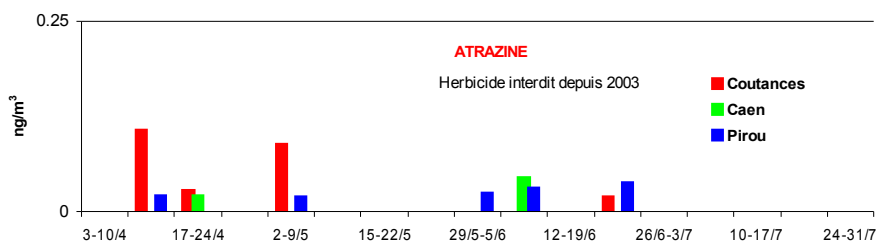
A Coutances, la plus forte concentration est mesurée pendant la semaine du 2 au 9 mai 2007, alors que le plus grand nombre de pesticides est détecté pendant la semaine du 12 au 19 juin.

Les pesticides mesurés peuvent être regroupés en trois catégories en fonction des concentrations.

Les faibles concentrations, inférieures à 0,5 nanogramme par mètre cube d'air, représentent le groupe le plus important avec 19 des 25 produits détectés. Parmi ceux-ci, trois sont interdits depuis plusieurs années. Ce sont :

- L'atrazine, herbicide interdit depuis septembre 2003 et dont les plus fortes concentrations sont observées en avril-mai sur le site de Coutances, en avril, mai et juin sur le site de Pirou.
- Le déséthylatrazine, dérivé de l'atrazine, mesuré une seule fois sur le site de Coutances début juin.
- La simazine, herbicide interdit depuis 2003, utilisée sur arbre fruitier et maïs, a été mesurée une seule fois en début de campagne (avril) sur le site de Coutances.
- Et enfin le lindane, insecticide interdit depuis 1998 et détecté à Caen début mai et à Coutances début avril et début mai.

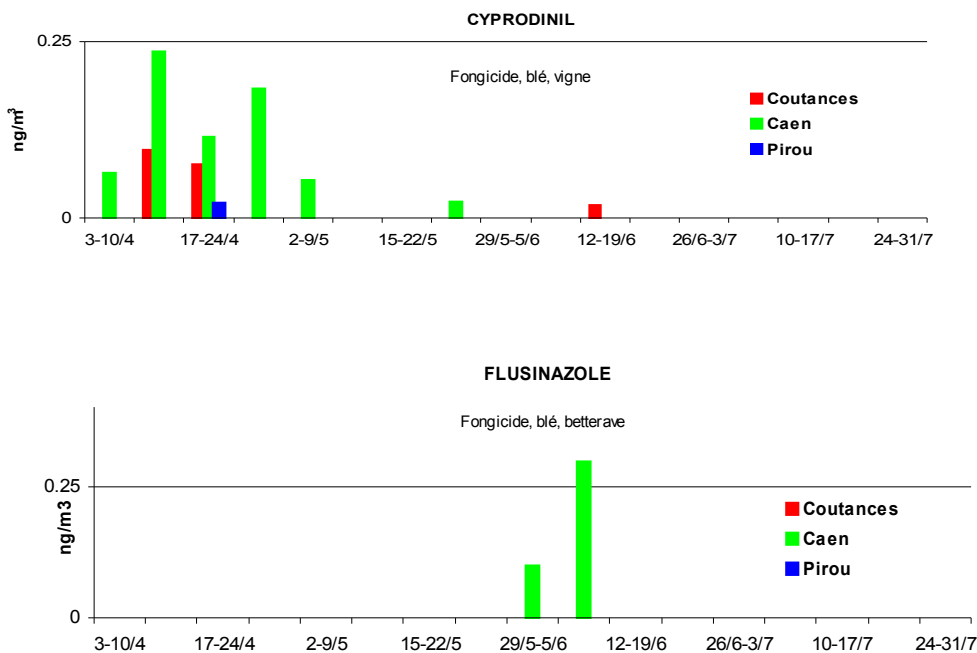




**Figure 12: Évolution des concentrations en atrazine et trifluraline**

L'atrazine est présent en plus grande concentration à Coutances pendant la première moitié de la campagne de mesure. Pour la trifluraline, l'impact de la plaine de Caen se fait sentir jusqu'à la fin du mois de mai.

Les deux fongicides de la figure 13 ci-dessous, traduisent bien l'influence des cultures de la plaine de Caen. Les concentrations les plus élevées respectivement 0,23 et 0,29 nanogramme par mètre cube d'air sont enregistrées sur le site de Caen.



**Figure 13 : Évolution des concentrations en cyprodinil et flusinazole**

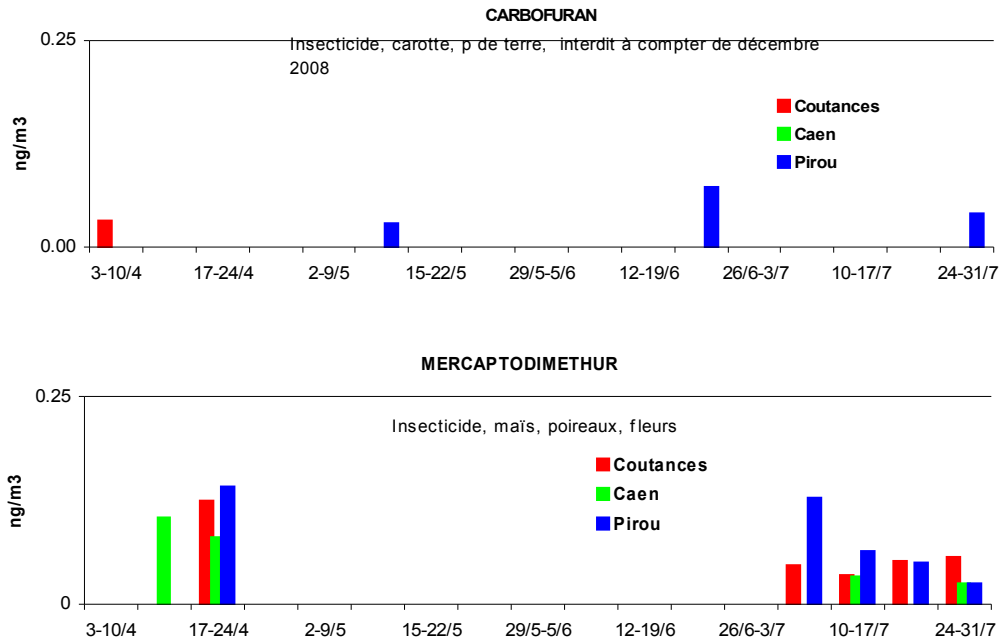


Figure 14 : Évolution des concentrations en carbofuran et mercaptodiméthur

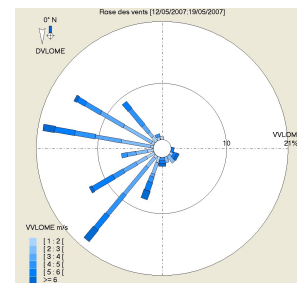
Ces deux derniers pesticides (Figure 14) sont détectés plus fréquemment et avec de plus fortes concentrations sur le site de Pirou. Ils correspondent plutôt au marquage des cultures légumières de la bordure ouest du département de la Manche.

Quatre pesticides présentent des concentrations plus élevées que les précédents. Il s'agit du fenpropimorphe, du métolachlore, du linuron et de l'alachlore.

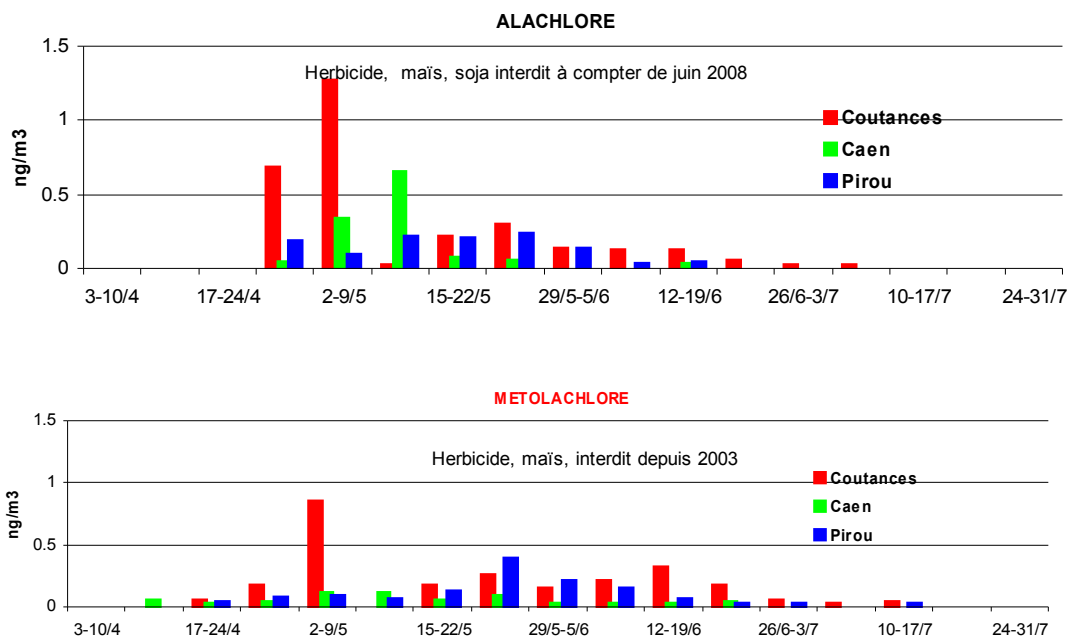
Le premier (le fenpropimorphe) est un fongicide utilisé principalement sur le blé. Il est plus fréquemment détecté sur le site de Caen. Et c'est également à Caen que la concentration maximale (0,83 ng/m<sup>3</sup>) a été mesurée pendant la semaine du 10 au 17 avril 2007.

Le linuron, herbicide utilisé sur carotte et céréales, est mesuré plus fréquemment sur le site de Pirou avec une concentration maximale de 1,49 ng/m<sup>3</sup> pendant la semaine du 12 au 19 mai 2007.

La rose des vents, sur le site de Cerisy-la-Salle (Manche), proche de Pirou, élaborée à partir des données fournies par Météo-France montre, pendant la semaine du 12 au 19 mai, une très large prédominance des vents d'un large secteur ouest confortant la provenance de cet herbicide.



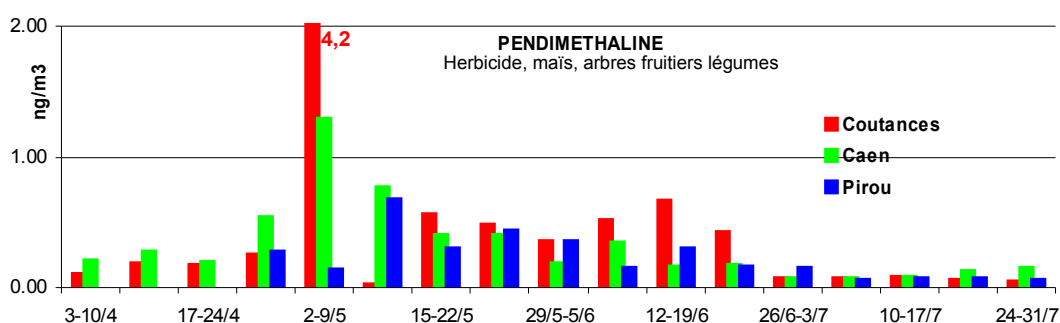
L'alachlore, herbicide utilisé sur maïs et soja, est détecté sur les trois sites de mesure à partir du 24 avril et jusqu'au 10 juillet. La plus forte concentration a été mesurée à Coutances, dans la semaine du 2 au 9 mai (1,27 ng/m<sup>3</sup>). Ce produit est sur la liste des pesticides ayant fait l'objet d'une interdiction fin 2007 avec une date limite d'utilisation fixée à juin 2008.



**Figure 15 : Évolution des concentrations en alachlore et métolachlore**

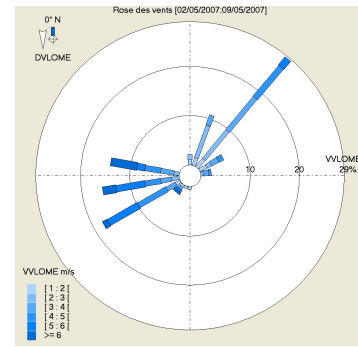
Le métolachlore, est un herbicide dont l'utilisation est interdite depuis décembre 2003. Il a été détecté pendant 13 des 16 semaines de cette campagne de mesure et sur les 3 sites (Coutances, Pirou et Caen). C'est sur le site de Caen que les valeurs les plus faibles sont mesurées.

Enfin deux pesticides présentent des concentrations nettement plus importantes. L'acétochlore (herbicide principalement utilisé sur maïs) pour lequel la concentration maximale de 1,77 ng/m<sup>3</sup> a été mesurée à Coutances et le pendiméthaline (herbicide utilisé sur maïs, arbres fruitiers, pomme de terre, légumes). La concentration maximale en pendiméthaline (4,2 ng/m<sup>3</sup>) a également été mesurée à Coutances du 2 au 9 mai 2007. C'est pendant cette même semaine que sur ce site ont été enregistrées les plus forte valeurs en acétochlore, alachlore, et métolachlore.



**Figure 16 : Évolution des concentrations en pendiméthaline**

La rose des vents établie, à partir des données fournies par Météo-France, pour cette semaine, montre deux directions principales : le secteur ouest et le secteur nord est. La première direction correspond à celle des apports en provenance des zones de culture légumière, la seconde est celle des apports en provenance des zones de cultures fourragères. Cette rose ne permet pas de statuer sur la provenance de ces fortes concentrations à Coutances pendant la semaine du 2 au 9 mai 2007.

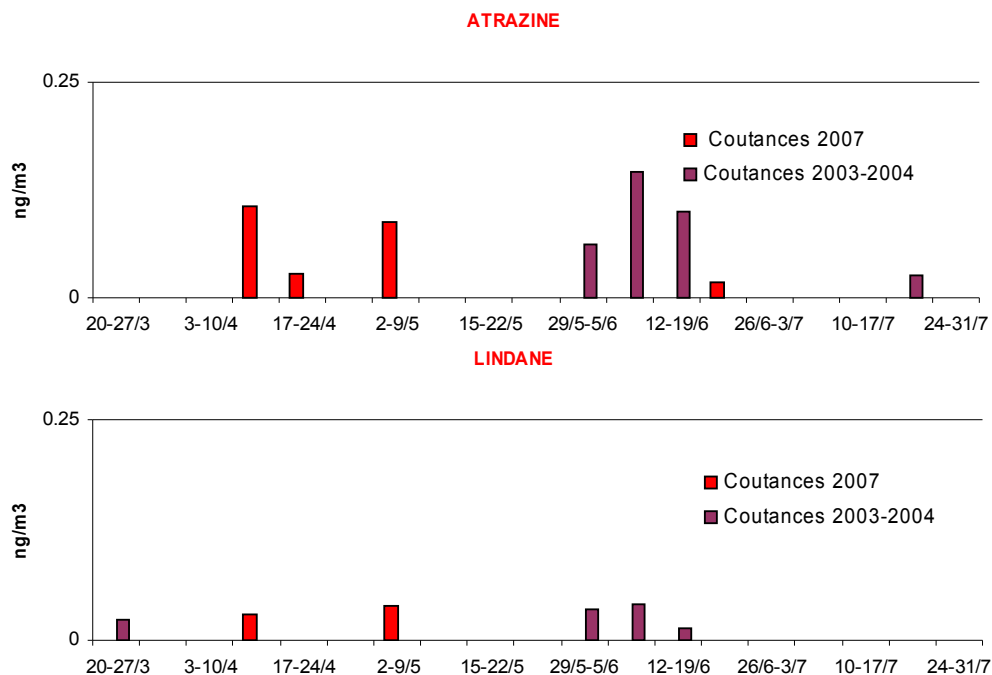


### C : Comparaison 2004-2007.

En 2003-2004, deux sites, Coutances et le parc des marais du Bessin et du Cotentin avait été instrumentés. Seul le site de Coutances est inclus dans l'étude 2007. La comparaison ne porte donc que sur ce site qui était celui sur lequel les plus fortes concentrations avaient été mesurées lors de la campagne 2003-2004.

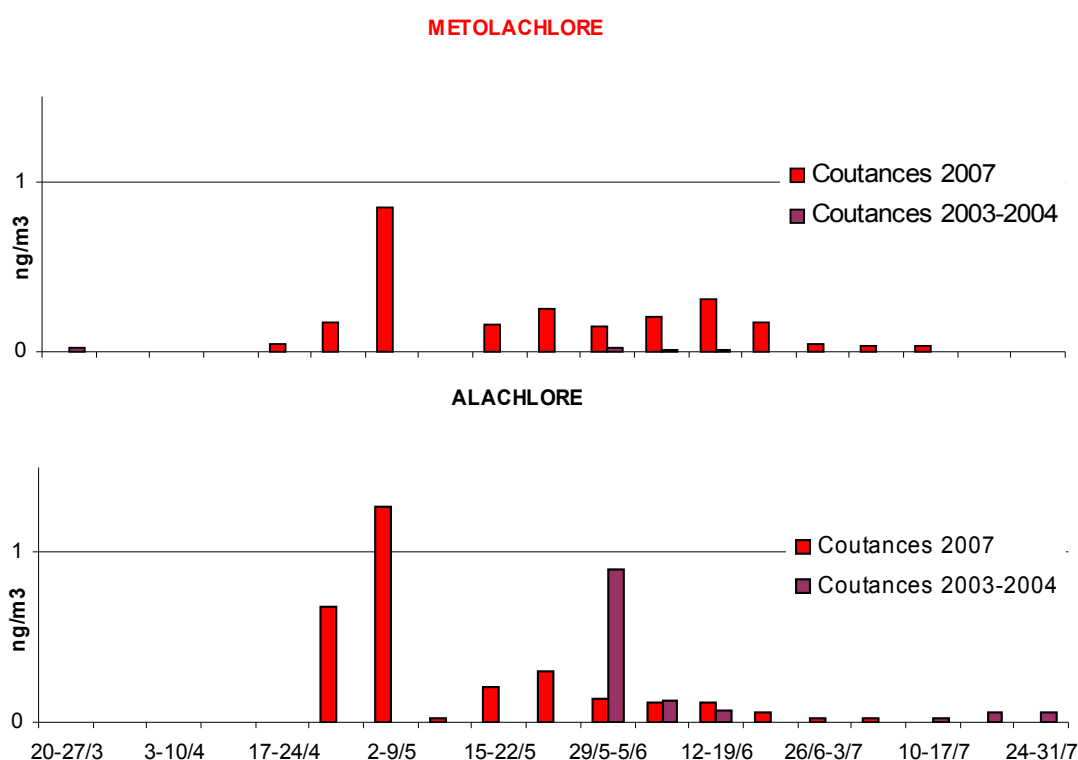
Sur les 17 molécules recherchées lors cette campagne initiale, 11 avaient été détectées. En 2007, il n'en reste que 7. Il s'agit de l'alachlore, de l'atrazine, du lindane, du mercaptodiméthur, du métolachlore, du pendiméthaline et de la simazine. Sur ces 7 molécules, 4 sont interdites depuis plusieurs années. Cependant l'endosulfan, insecticide interdit en 2006, avec une date limite d'utilisation fixée à juillet 2006, avait été détecté dans tous les prélèvements de la campagne exploratoire. Il n'a pas du tout été détecté à Coutances en 2007. De même le chlorpyriphos-éthyl (insecticide pour cultures légumières et arbres fruitiers), le chlortoluron, le durion, l'isoproturon (herbicides) sont absents des prélèvements de l'année 2007.

Pour deux molécules (figure 17), interdites depuis de nombreuses années, l'atrazine et le lindane aucune évolution notable n'est sensible entre les deux campagnes de mesure (2003-2004 et 2007). Il est possible que la source de ces produits soit le relargage au moment du travail des sols.



**Figure 17 : Évolution des concentrations en atrazine et en lindane à Coutances**

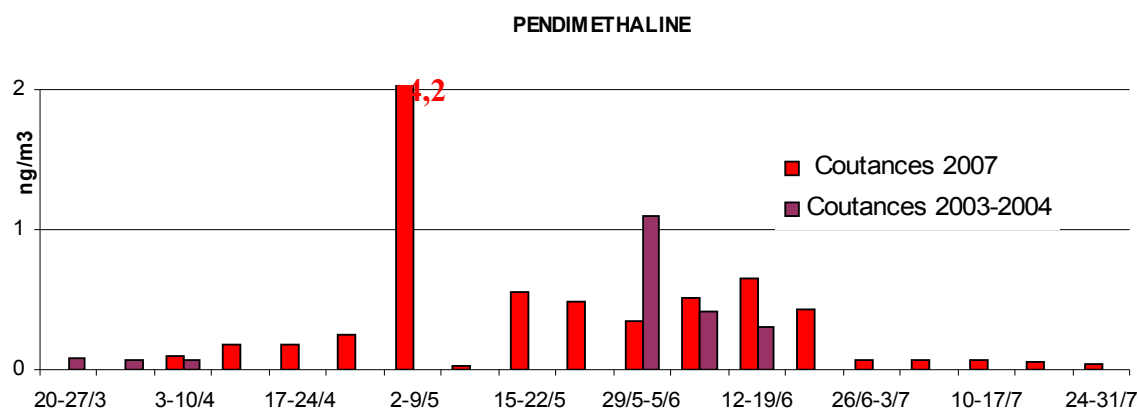




**Figure 18 : Évolution des concentrations en métolachlore et en alachlore à Coutances**

Pour les deux pesticides de la figure 18, dont le premier est interdit depuis 2003, les concentrations mesurées en 2007 sont supérieures à celles mesurées lors de la campagne exploratoire 2003-2004. Pour l'alachlore, l'évolution des concentrations est symptomatique de l'évolution des pratiques de désherbage du maïs.

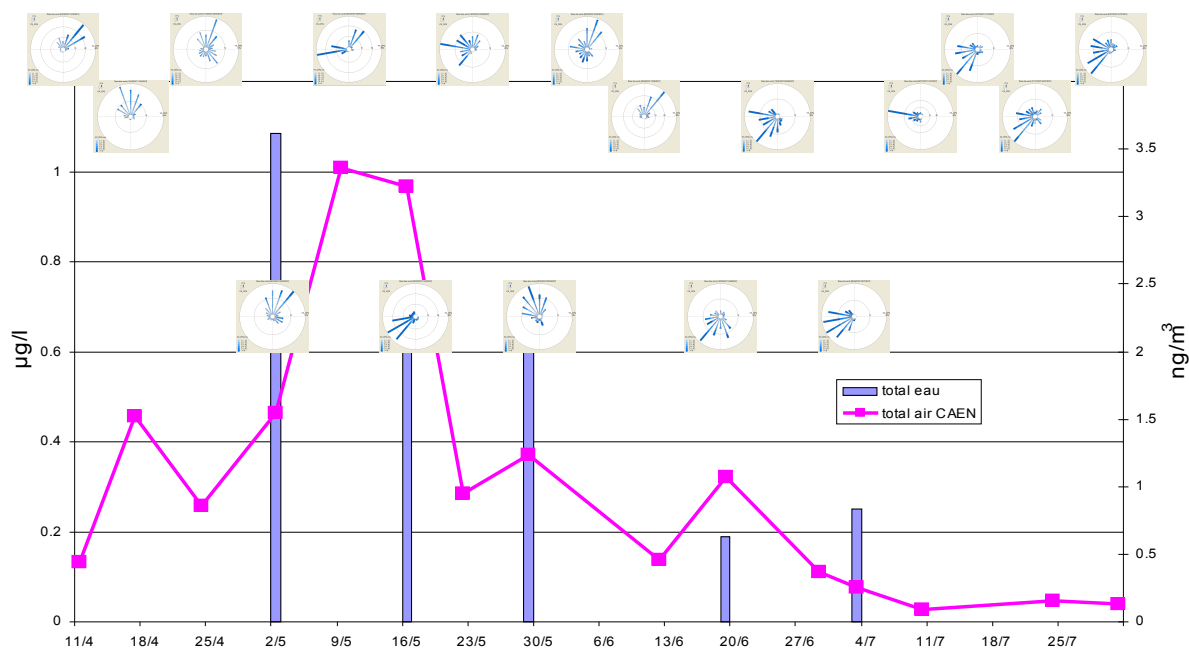
L'évolution des concentrations en pendiméthaline (herbicide figure 19) sont liées à l'évolution des pratiques agricoles. Il est utilisé en remplacement de l'atrazine. Enfin la simazine, herbicide interdit depuis 2001, est détectée pour la première fois pendant la première semaine de mesure, du 3 au 10 avril 2007, avec une faible concentration : 0,06 ng/m<sup>3</sup>.



**Figure 19 : Évolution des concentrations en pendiméthaline à Coutances**

## D: Eaux de pluie

Le site de Caen était instrumenté pour prélever l'air et pour collecter en parallèle les eaux de pluie. Cependant, les quantités d'eau recueillies chaque semaine n'ont pas toujours été suffisantes pour permettre l'analyse des pesticides.



**Figure 20 : Évolution des concentrations totales en pesticides dans l'air et dans les eaux de pluie à Caen et rose des vents associées.**

Quatre vingt quinze pesticides différents ont été recherchés dans les eaux de pluie lorsque les quantités recueillies en permettant l'analyse. Chaque molécule mise en évidence est confirmée, soit par une seconde technique analytique, soit par quantification sur deux, voir trois fragments en CG/MS où encore par utilisation de colonnes de polarités différentes.

Six collectes d'eaux de pluie ont pu être analysées. Dans la dernière, collectée du 18 au 25 juillet, aucun pesticide n'a été détecté. Cette semaine est celle qui correspond aux plus fortes précipitations.

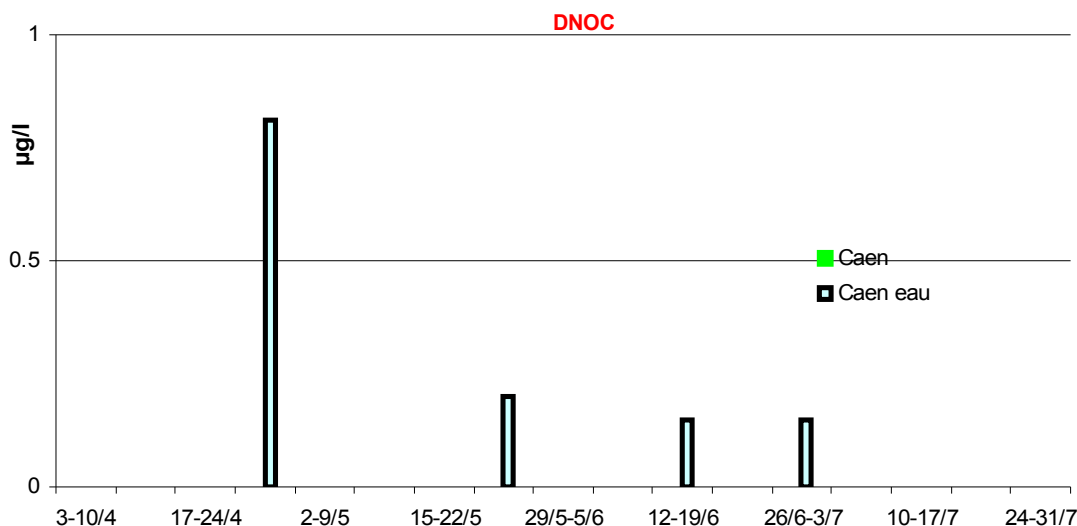
Sur ces 95 molécules recherchées, seules 16 ont été détectées. Quatre sont interdites depuis plusieurs années. Il s'agit du métolachlore (herbicide interdit en 2003), de l'oxadixyl (fongicide interdit en 2003), du dinoterbe (herbicide interdit en 1997) et du DNOC (herbicide, insecticide interdit en 2000). Le nombre de molécules détectées dans les eaux de pluies varie de 8 à 6 pour les échantillons de fin avril à fin mai, puis de 3 à 2 en juin. Deux molécules sont présentes, dans quatre des cinq collectes d'eaux de pluie, l'acétochlore et le DNOC. L'éthofumésate et le métolachlore sont présents dans respectivement trois et deux eaux de pluie. Les cinq pesticides les plus fréquemment mesurés dans les eaux de pluie sont tous des herbicides, dont deux sont interdits depuis plusieurs années.

<b>ACETOCHLORE</b>	<b>Herbicide</b>	<b>67</b>
<b>DNCO</b>	<b>Fongicide Insecticide (2000)</b>	<b>67</b>
<b>ETHOFUMESATE</b>	<b>Herbicide</b>	<b>50</b>
<b>ALACHLORE</b>	<b>Herbicide (2007)</b>	<b>33</b>
<b>METOLACHLORE</b>	<b>Herbicide (2003)</b>	<b>33</b>
<b>MERCATODIMETHUR</b>	<b>Insecticide</b>	<b>17</b>
<b>OXADIAZON</b>	<b>Herbicide</b>	<b>17</b>
<b>ISOPROTURON</b>	<b>Herbicide</b>	<b>17</b>
<b>CARBENDAZIME</b>	<b>Fongicide</b>	<b>17</b>
<b>OXADIXYL</b>	<b>Fongicide (2003)</b>	<b>17</b>
<b>BENTAZOLE</b>	<b>Insecticide</b>	<b>17</b>
<b>DIMETHENAMIDE</b>	<b>Herbicide (2007)</b>	<b>17</b>
<b>KRESOXIM METHYL</b>	<b>Fongicide</b>	<b>17</b>
<b>CYPERMETHRINE</b>	<b>Insecticide</b>	<b>17</b>
<b>CHLOROTHALONIL</b>	<b>Fongicide</b>	<b>17</b>
<b>DINOTERBE</b>	<b>Herbicide (1997)</b>	<b>17</b>

*Figure 21 : fréquence de détection des pesticides dans les eaux de pluie à Caen.*

Neuf des molécules recherchées (dinoterbe, chlorothalonil, cyperméthrine, krésoxim-méthyl, diméthénamide, bentazole, oxadixyl, carbendazime et isoproturon) ont été détectées dans une seule eau de pluie. Leurs concentrations sont inférieures à 0,2 µg/l.

L'ethofumésate (herbicide utilisé sur betterave) a été mesuré dans trois eaux de pluie de fin avril à fin mai. Les concentrations mesurées sont inférieures à 0,1 µg/l.

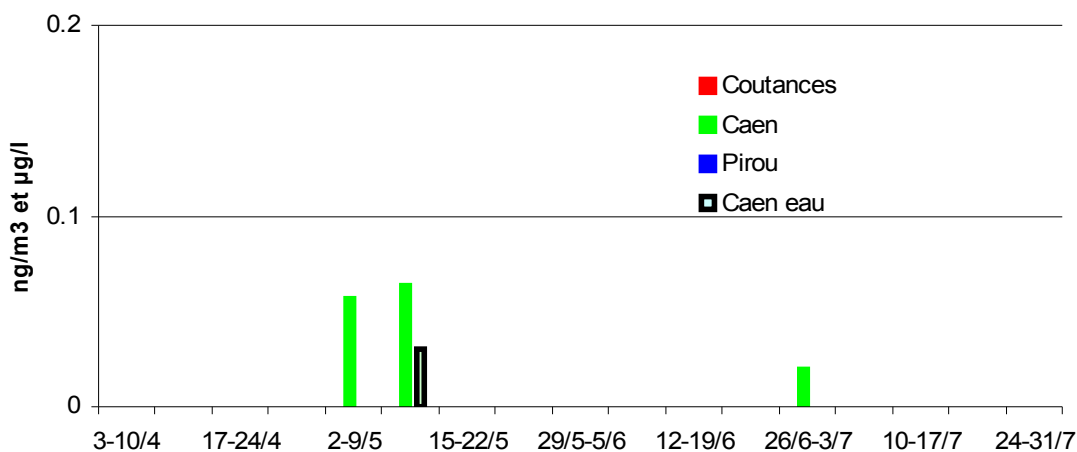


**Figure 22 : Évolution des concentrations en DNOC dans les eaux de pluie à Caen.**

Le DNOC (herbicide interdit depuis 2000) est le pesticide pour lequel les concentrations mesurées dans l'eau de pluie sont les plus importantes. Le maximum (0,81 µg/l) a été mesuré dans les eaux de pluie recueillies du 24 avril au 2 mai. Les concentrations décroissent ensuite pour être nulles dans les eaux de pluie du 17 au 24 juillet. Cette dernière semaine est celle où la pluviométrie est la plus forte de la période de mesure.

Sur les 16 produits retrouvés dans les eaux de pluie, 7 étaient également recherchés dans l'air. Dans les prélèvements d'air effectués sur le site de Caen 5 de ces pesticides ont été détectés. Il s'agit de l'acétochlore, de l'alachlore, du mercaptodiméthur, de l'oxadiazon, de l'isoproturon et du carbendazime. L'oxadiazon, (herbicide utilisé sur arbre fruitier, fleur, pomme de terre) n'a été détecté que sur le site de Caen. La concentration dans l'eau de pluie de la semaine du 9 au 15 mai est de 0,03 µg/l.

#### OXADIAZON



**Figure 23 : Évolution des concentrations en oxadiazon à Caen**



Le métolachlore et le mercaptodiméthur sont détectés dans l'air sur tous les sites. A Caen, la concentration maximale dans les eaux de pluie est de 0,03 µg/l.

L'acétochlore (figure 24) est présent dans quatre des six échantillons d'eaux de pluie. La plus forte concentration est de 0,44 µg/l dans les eaux recueillies la semaine du 9 au 15 mai. Cette semaine, pendant laquelle les vents ont soufflé du sud-ouest, fait suite à celle où ont été mesurées les plus fortes concentrations de ce produit dans l'air, sur les sites de Caen et Coutances.

Pour l'alachlore (figure 24), le maximum de concentration dans l'air et dans les eaux de pluie est observé, à Caen, la même semaine (celle du 9 au 15 mai 2007). La plus forte concentration dans les eaux de pluie est de 0,1 µg/l.

Les concentrations totales de pesticides, mesurées dans les eaux de pluies des trois premiers échantillons, sont supérieures au seuil autorisé pour l'eau potable (0,5 µg/l).

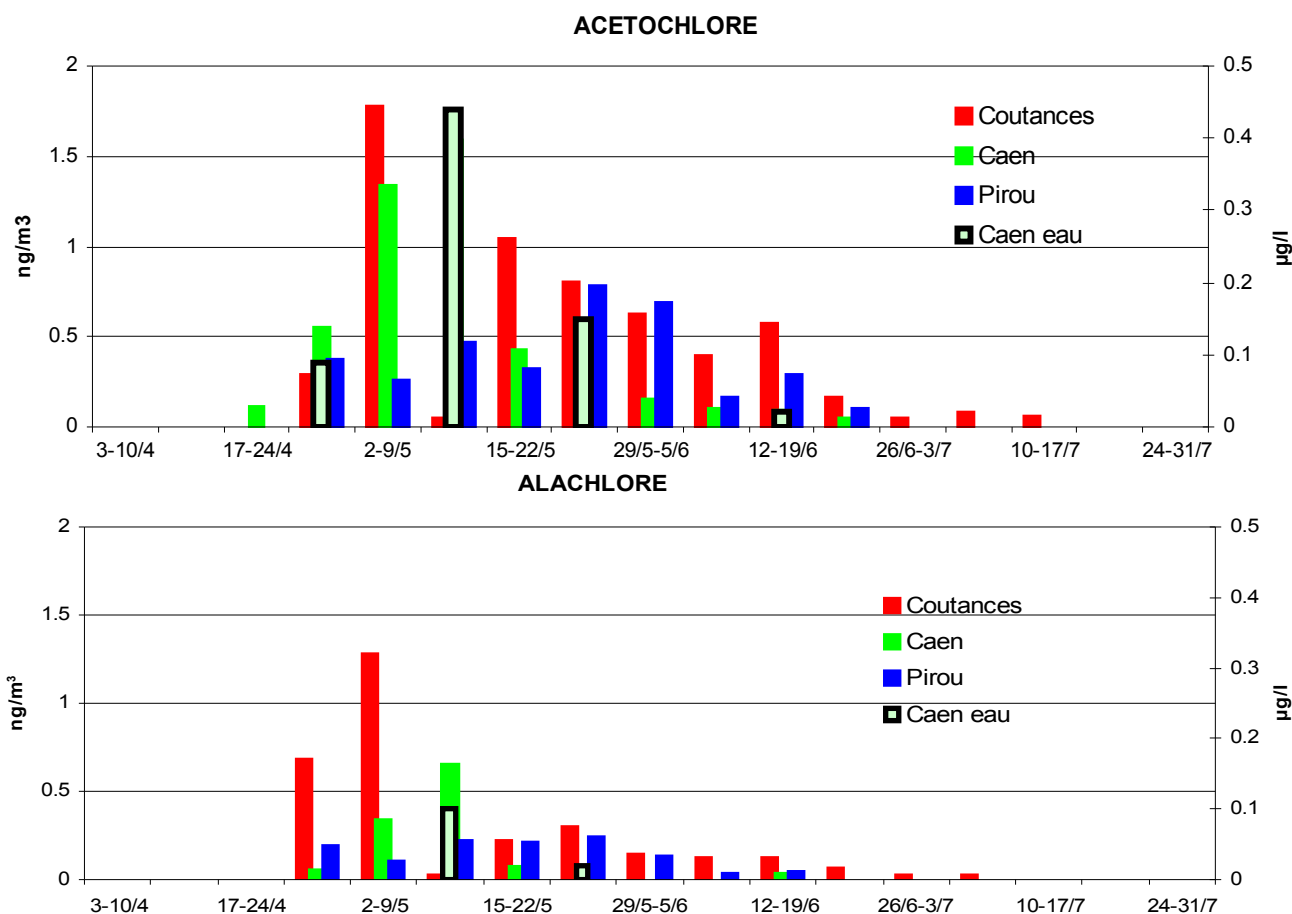


Figure 24 : Évolution des concentrations en acétochlore et alachlore sur tous les sites de prélèvements.



## GLOSSAIRE

ADEME	:	Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AFNOR	:	Agence Française de NORmalisation
Air C.O.M.	:	Association régionale de surveillance de la qualité de l'air en Basse-Normandie
C.R.A.	:	Chambre Régionale d'Agriculture
DIREN	:	Direction Régionale de l'ENvironnement
D.J.A	:	Dose Journalière Admissible
DL 50	:	Dose Létale 50, dose qui tue 50% des animaux qui y sont soumis
DRAF	:	Direction Régionale de l'Agriculture et la Forêt
DRASS	:	Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales
FEOGA	:	Fonds européen d'orientation et de garantie agricole
FREDEC	:	Fédération régionale de défense contre les organismes nuisibles des cultures
CG/MSMS	:	chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse en tandem
HAP	:	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HPLC/DAD	:	chromatographie liquide haute pression couplée à un détecteur à série de diodes
INERIS	:	Institut National de l'environnement industriel et des risques
Lig'Air	:	Association régionale de surveillance de la qualité de l'air en région Centre
ng/m <sup>3</sup>	:	nanogramme par mètre cube d'air = Milliardième de gramme
O.M.S.	:	Organisation Mondiale de la Santé
PM 10	:	particules inférieures à 10 µm = 10 millièmes de mètre
SRPV	:	Service Régional de la Protection des Végétaux
µg/l	:	microgramme par litre = millième de gramme

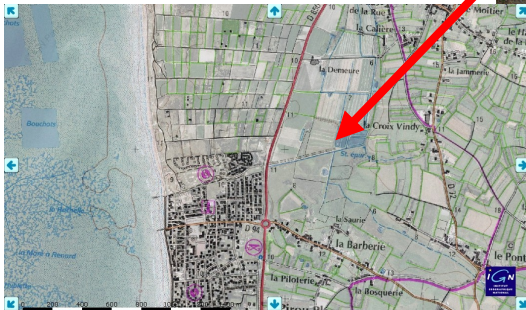
# ANNEXES

## I – Détails des sites de mesure



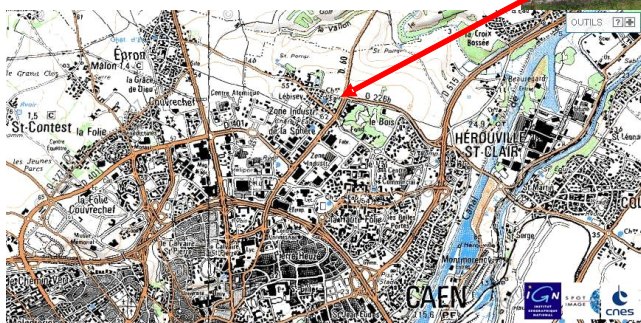
### Pesticides : les sites, PIROU

Le site retenu se situe dans l'enceinte de la station d'épuration. Il est à l'ouest de la commune.



### Pesticides : les sites, Caen

Le site retenu se situe à Hérouville saint clair. Il est au nord de l'agglomération caennaise.







## II – liste des molécules.

Substances	recherché dans l'eau	recherché en 2003	2007 détecté air	2007 détecté eau	type	interdit depuis	Date limite d'utilisation	usage
Acétochlore			o	o	Herbicide			maïs
aconifen			o		Herbicide			carotte pois etc.
alachlore	x	x	o	o	Herbicide	2007	juin-08	maïs, soja
atrazine	x		o		Herbicide	2003	sept-03	maïs, colza
bromoxynil octanoate			o		Herbicide			blé, orge...
carbofuran			o		Insecticide	2007	déc-08	carotte, pomme de terre
cyanazine	x				Herbicide	2001	sept-03	
cyproconazole	x		o		Fongicide			céréales, arbres fruitiers,
cyprodinil			o		Fongicide			céréale, vigne
deltaméthrine					Insecticide			arbre fruitier, céréale, légume
déséthylatrazine	x		o		métabolite de l'atrazine			
diazinon					Insecticide	2007	déc-08	arbre fruitier, légume
dichlorvos		x			Insecticide	2007	déc-08	maïs, matériel
diclofop méthyl					Herbicide			céréales, pois
diflufenicanil			o		Herbicide			céréale, gazon, arbres fruitiers
endosulfan alpha		x	o		Insecticide	2006	mai-07	
endosulfan bêta		x			Insecticide	2006	juil-07	
éthyl chlorpyrifos		x	o		Insecticide			légumes, p de terre, arbres fruitiers
fenpropimorphe			o		Fongicide			céréales
flusilazole			o		Fongicide			céréales, arbres fruitiers
hexaconazole					Fongicide	2006	juin-08	arbres fruitiers
lindane = HCH gamma		x	o		Insecticide	1998	juil-98	traitement sol
malathion			o		Insecticide	2007	déc-08	arbres fruitiers, fleurs
mercaptodiméthur		x	o	o	Insecticide			maïs, poireaux, fleurs
métazachlore	x		o		Herbicide			choux, colza
méthyl chlorpyrifos					Insecticide			céréale, vigne, locaux
méthyl parathion		x			Insecticide	2003	déc-03	fruits, légumes
métolachlore		x	o	o	Herbicide	2003	déc-03	maïs
métribuzine	x		o		Herbicide			pomme de terre, tomate
oxadiazon			o		Herbicide			arbres fruitiers, fleur, p de terre
pendiméthaline		x	o		Herbicide			maïs, arbres fruitiers, p de terre, légumes
simazine	x	x	o		Herbicide	2001	sept-03	arbres fruitiers, maïs
tébuconazole					Fongicide			céréale, gazon, légumes
terbuméton	x				Herbicide	2003	1998	vignes
terbuthylazine	x	x			Herbicide	2003	sept-03	vigne
trifluraline			o		Herbicide		déc-08	colza
vinchlozoline					Fongicide	2007	déc-07	colza, pois, laitue
chlortoluron	x	x			Herbicide			blé, orge
diuron	x	x		o	Herbicide	2003	déc-08	arbre fruitier, vigne, espace public
isoproturon	x	x			Herbicide			céréale
linuron	x	x	o		Herbicide			carottes, céréales
methabenzthiazuron	x				Herbicide	2006	avr-07	céréale, pois

monolinuron	x				Herbicide	2000	2002	pomme de terre
néburon	x				Herbicide	2003	2003	céréales
carbendazime	x	x		o	Fongicide	2007	déc-09	colza, arbres fruitiers
méthomyl	x				Insecticide		déc-08	sauf animaux
imazaméthabenz-méthyl					Herbicide	2007	juin-07	céréales
prochloraze					Fongicide			céréales
deséthylsimazine	x				métabolite de la simazine			
desmétryne	x				Herbicide	1999	1999	chou
métamitrone	x				Herbicide			betteraves
prométon	x				Herbicide			
prométryne	x				Herbicide	2002	déc-07	céleri, poireau
propazine	x				Herbicide			
sebuméton	x				Herbicide	1992	1992	luzerne
métobromuron	x				Herbicide	2003	déc-07	artichaut, mâche
métoxuron	x				Herbicide	2003	déc-07	carotte
dinosébe	x				Herbicide	1991	juin-05	céréales
DNOC	x			o	Herbicide	2000/ 2004		céréales, arbres fruitiers
ioxynil	x				Herbicide			céréales, gazon
mécoprop	x				Herbicide			céréales, gazon
metsulfuron méthyle	x				Herbicide			céréales, gazon, lin
sulcotrione	x				Herbicide			lin, maïs
glyphosate	x				Herbicide			traitements généraux
AMPA	x				dégradation du glyphosate			
2,4D	x				Herbicide			céréales arbres fruitiers
2,4MCPB	x				Herbicide			céréales
2,4,5T	x				Herbicide	2003	2003	arbres fruitiers, fleurs
dichloprop	x				Herbicide	2003	2003	céréales, divers
MCPA	x				Herbicide			céréales, gazons, cours
	x							
bromoxynil	x				Herbicide			céréales, lin, maïs
dichlobenil	x				Herbicide			traitements généraux, arbres
haloxyfop-méthyl	x				Herbicide	2003	2008	céréales
chlorothalonil	x			o	Fongicide			céréales, carottes
oxadixyl	x			o	Fongicide	2003	2003	carotte
propanil	x				Herbicide			riz
bentazone	x			o	Herbicide			céréales, haricots, pois
bromacile	x				Herbicide	2003	2007	lavande
dinoterbe	x			o	Herbicide	1997	1997	céréales, maïs, prairie
ethofumésate	x			o	Herbicide			betterave, haricot
fluroxypyr	x				Herbicide			céréales, gazons, maïs
pentachlorophénol	x				Herbicide			
bromophos	x				Insecticide	2003	2003	céréales, légumes, arbres fruitiers
chlorfenvinphos	x				Insecticide	2007		carotte, poireau
ethion	x				Insecticide	2003	2007	carotte
éthyl azinphos	x				Insecticide	2001		arbres fruitiers, poireau, betterave
éthyl parathion	x				Insecticide	2002	2002	arbres fruitiers, colza, betterave, légumes
éthyl pirimiphos	x				Insecticide	2003	2003	céréales
fenchlorphos	x				Insecticide	1990	1990	bâtiments
fonofos	x				Insecticide	2003	2003	maïs, légumes
méthyl pirimiphos	x				Insecticide			céréales, maïs
endrine	x				Insecticide		1972	sur colza, betterave, lin
benfluraline	x				Herbicide			haricots, pois

captane	x				Fongicide			arbres fruitiers
cyperméthrine	x			o	Insecticide			arbres fruitiers, fleurs, tomates
perméthrine	x				Insecticide	2003	2003	locaux et matériel
diméthénamide	x				Herbicide	2007	juin-08	maïs, gazon
krésoxim méthyl	x				Fongicide			céréales, fleurs, pommiers



CITIS "le Pentacle" - Avenue de Tsukuba- 14209 HEROUVILLE-SAINT-CLAIR CEDEX

---

Tél : 02.31.53.10.10 - Fax : 02.31.53.10.11 - E.mail : [aircom@wanadoo.fr](mailto:aircom@wanadoo.fr)  
Site Internet : [www.air-com.asso.fr](http://www.air-com.asso.fr) - N° SIRET : 31402540400026 - CODE APE 7490 B

