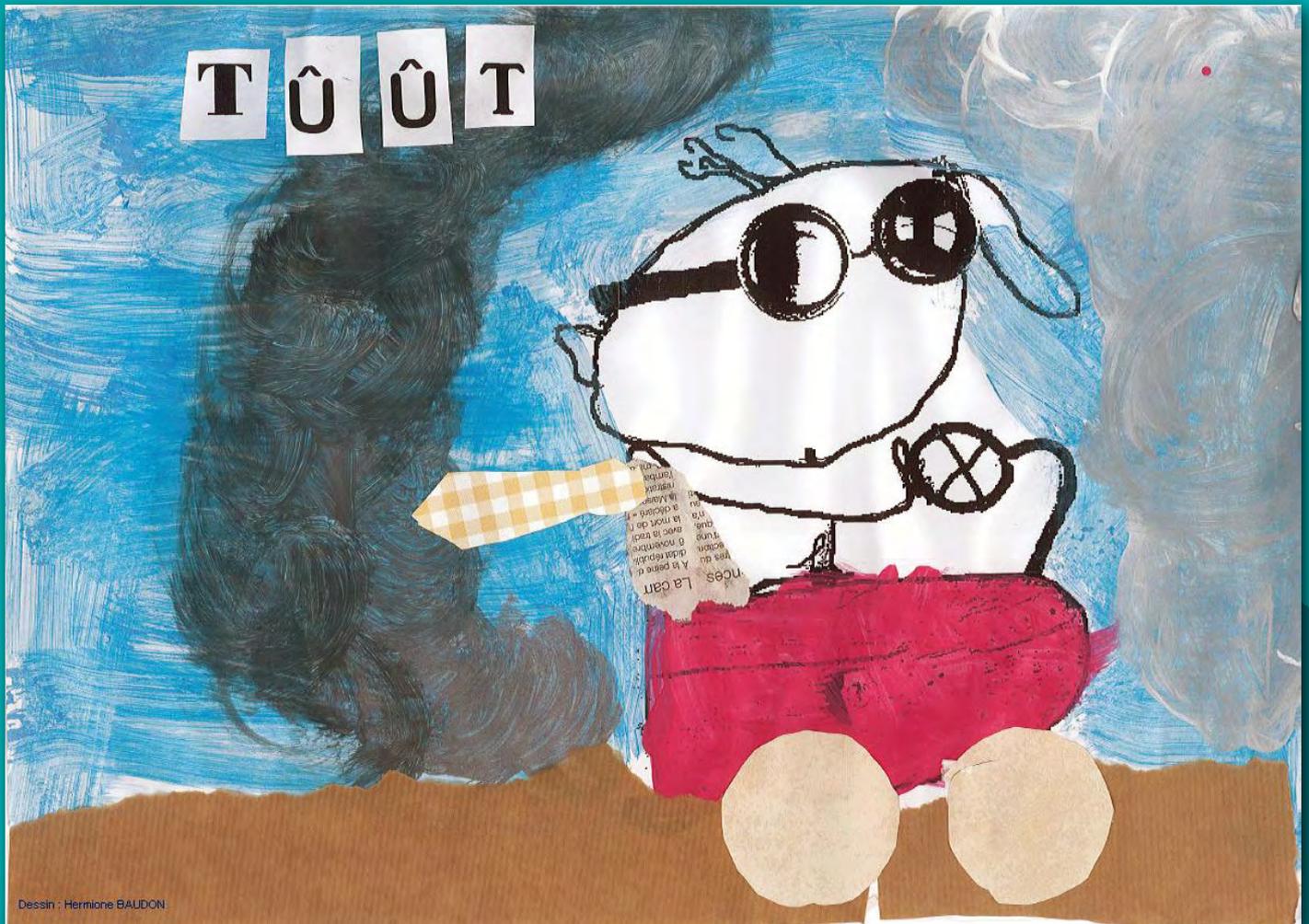




# PROFIL ENVIRONNEMENTAL DE BASSE-NORMANDIE



## L'air



Hermione Baudon

“ L'air est le premier des éléments  
nécessaires à la vie ”





## **Réalisation de la thématique**

Ce document a été conçu grâce à la contribution de nombreux rédacteurs issus de services spécialisés dans le domaine de l'environnement. Il présente un état des lieux de l'air bas-normand. Compte tenu de l'état de la connaissance et de l'importance du thème considéré, ce recueil ne peut être exhaustif. Il prend en compte les données qui ont été transmises par les acteurs mobilisés pendant sa conception. Une rubrique internet dédiée permet son actualisation et son enrichissement. Les services de l'État ont coordonné l'ensemble des travaux.

**Directeur de publication :** Jean Charbonniaud, Préfet de la région Basse-Normandie, Préfet du Calvados

**Directrice de la rédaction :** Caroline Guillaume, Directrice régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Basse-Normandie (DREAL)

**Cadrage :** Michel Guéry, Philippe Surville (DREAL)

**Conception et management :** Sandrine Héricher (DREAL)

**Développement graphique et mise en page :** Séverine Bernard (DREAL)

**Direction technique et expertise :** Emilie Jambu et Jean-Pierre Roptin (DREAL)

### **Rédaction**

**Introduction :** Sandrine Héricher, Emilie Jambu (DREAL)

**L'air, ses caractéristiques, les polluants et les pollutions en Basse-Normandie :** Christophe Legrand (Air C.O.M.), Emilie Jambu (DREAL), Jérôme Godart (Air C.O.M.), Sandrine Héricher (DREAL), Romain Martin (ARS)

**La radioactivité, les installations et les différents phénomènes de pollution :** Yann Beley (Ecovia), Guillaume Bouyt, Chloé Caillé, Simon Huffeteau (ASN)

**Le bruit :** Eric Bogaert (DREAL)

**Les champs électromagnétiques :** Bertrand Cagneaux (DREAL)

**Les transports de matières dangereuses :** Jean-Michel Piquion (DREAL)

### **Relecture**

**Air C.O.M. :** Christophe Legrand, Clara Osadtchy

**Agence Régionale de Santé :** Raphaël Tracol

**Conseil régional de Basse-Normandie :** Thierry Berthaux, Isabelle Bureau, Séverine Villabessais

**DREAL :** Gérard Clouet, Jérôme Dorey, Patrice François, Cyrille Gachignat, Patrick Galigneau, Michel Guéry, Jean-Louis Juvet, Karl Kulnicz, Olivier Lagneaux, Frédérick Pouleau, Philippe Surville

**Ecovia :** Roland Thaler

**Secrétariat Général pour les Affaires Régionales :** Jeanne de la Porte, Vincent Rivasseau

**Cartographies :** Chloé Delaigues (Ecovia), Jérôme Godart (Air C.O.M.), Julien Defenouillère, Stéphane Delalande, Jérôme Potel (DREAL)

**Photographies :** cet ouvrage a bénéficié de la transmission de photographies de la part de nombreux contributeurs. Les droits de reproduction ont été accordés spécifiquement pour l'usage du Profil environnemental. Toute reproduction complémentaire pour d'autres utilisations nécessite l'accord des auteurs.

**Illustration de couverture :** un merci particulier à Hermione Baudon, 5 ans

**ISBN :** 978-2-11-151133-0 - Dépot légal : novembre 2015

*La réalisation de ce document a bénéficié de financements de l'Union Européenne (FEDER) et de l'État (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie).*



« Qu'est-ce que je respire ? »

Si cette question est simple d'apparence, y répondre n'est pas aisé.

L'atmosphère contient en effet différents constituants. Les données sur la surveillance et la qualité de l'air ne renseignent pas suffisamment sur l'exposition des populations et sur son impact sanitaire.

L'air est le premier des éléments nécessaires à la vie. Chaque jour, la respiration d'un adulte sollicite en moyenne 14 000 litres d'air. Ce volume considérable transite par nos voies respiratoires.

Nous évoluons dans une fine couche de l'atmosphère qui s'élève jusqu'à une dizaine de kilomètres au-dessus du sol. C'est notre espace de vie, de communication, de respiration et aussi de rejets... Des rejets nombreux, compte tenu de l'importance et de l'intensité des activités humaines.

La pollution de l'air a des impacts considérables sur la santé et les milieux terrestres. Quelques événements majeurs ont toutefois permis de montrer l'importance des pollutions atmosphériques comme le Grand Smog de Londres en décembre 1952. Cet événement provoqua la mort de plusieurs milliers de personnes en quelques semaines. Cette forte pollution liée notamment à la combustion de charbon a amené les autorités publiques à une prise de conscience de l'impact de la qualité de l'air sur la santé humaine. L'intensité d'une pollution dépend de la quantité de polluants émis, de la proximité de sa source et de la météorologie. La diversité des phénomènes peut être étudiée par échelles en fonction de leur étendue spatiale et de leur durée.

La qualité de l'air est une préoccupation récente. Ses enjeux sanitaires sont considérables.



Sandrine Héricher/DREAL BN



**1**

## De l'air en général à l'air bas-normand : quelques fondamentaux

**9**

- L'air dans l'atmosphère
- La qualité de l'air : indices généraux
- Le bruit
- Les champs électromagnétiques
- La radioactivité

**2**

## L'air, premier des éléments nécessaires à la vie

**19**

- La respiration des êtres vivants
- La photosynthèse
- Un support de transmission et d'échange
- Les activités de production et les déplacements

**3**

## Les pollutions chroniques

**23**

- L'encadrement réglementaire des « installations classées »
- Les pollutions chimiques et biologiques
- Le bruit
- Les champs électromagnétiques
- La radioactivité

**4**

## Les risques d'accident

**61**

- Les fortes émanations de substances chimiques toxiques
- Les fortes émanations de substances radioactives

**5**

## Synthèse et enjeux

**69**

- Chiffres clés
- Grille « AFOM »
- Enjeux et orientations

**6**

## Acteurs régionaux et bibliographie

**73**

- Acteurs régionaux
- Bibliographie



# 1. De l'air en général à l'air bas-normand : quelques fondamentaux

L'air que nous respirons appartient à une fine couche de l'atmosphère. En Basse-Normandie, quelques indicateurs généraux ont permis de définir des « zones sensibles » pour la qualité de l'air. Support privilégié d'échanges et de communication, l'air est aussi le « véhicule » de nombreux phénomènes naturels ou liés aux activités humaines : le bruit, la radioactivité, les champs électromagnétiques...

## À découvrir dans ce chapitre

- ▶ L'air dans l'atmosphère
- ▶ La qualité de l'air : indices généraux
- ▶ Le bruit
- ▶ Les champs électromagnétiques
- ▶ La radioactivité

## 1 L'air dans l'atmosphère

L'**atmosphère terrestre** désigne l'enveloppe gazeuse entourant la Terre solide. Elle protège la vie en absorbant le rayonnement solaire ultraviolet, en réchauffant la surface par la rétention de chaleur (effet de serre) et en réduisant les écarts de température entre le jour et la nuit. L'atmosphère peut être divisée en cinq couches d'importance variable : la troposphère, la stratosphère, la mésosphère, la thermosphère et l'ionosphère. Pour la qualité de l'air, deux couches sont importantes : la troposphère et la stratosphère.

### La troposphère, notre espace de vie

De la surface du globe jusqu'à 8-15 km

Nous évoluons dans la « **troposphère** », qui est le cadre de notre respiration. Elle est située entre la surface du globe et une altitude d'environ 8 à 15 km, au-dessus du sol, selon la latitude et la saison. Elle contient 80 à 90 % de la masse totale de l'air et la quasi-totalité de la vapeur d'eau. L'air est composé de substances très diverses, dont les composés majoritaires sont l'azote ( $N_2$ ) à 78 % et l'oxygène ( $O_2$ ) à 21 %. Le reste (1 %) rassemble :

- des gaz rares (argon, hélium, néon, krypton, radon) ;
- de la vapeur d'eau ;
- du dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) ;
- de l'hydrogène ;
- des particules solides et liquides en suspension (eau liquide ou solide, poussières fines, cristaux salins, pollens) ;
- du méthane ;
- et d'autres polluants atmosphériques.

C'est dans la troposphère que se produisent les phénomènes météorologiques (nuages, pluies...) et les mouvements atmosphériques horizontaux et verticaux (convection thermique, vents).

### La stratosphère

Entre 8 et 50 km d'altitude au-dessus de la surface terrestre

Entre 8 et 50 km d'altitude, la « **stratosphère** » abrite une bonne partie de la couche d'ozone. Cette couche d'ozone d'altitude est essentielle à la vie : elle protège la surface de la terre des rayons ultraviolets agressifs venant du soleil. La température croît avec l'altitude jusqu'à 0 °C.

## ? Définition

### La fin de l'atmosphère

La ligne de Kármán, à 100 km au-dessus du sol, est fréquemment considérée comme la frontière entre l'atmosphère et l'espace. Mais il n'y a pas de frontière définie. L'atmosphère devient de plus en plus ténue et s'évanouit peu à peu.

### Les couches de l'atmosphère

Source : Air C.O.M., illustration de Jacques Sourd



## 2 La qualité de l'air : indices généraux

**La qualité de l'air est déterminée par les quantités de polluants présents dans l'atmosphère respirable.** Leur concentration évolue en fonction des émissions locales, des apports transrégionaux et des phénomènes de dispersion et de transformation.

**Ainsi, des situations contrastées existent entre les différentes zones géographiques** en lien avec leurs émissions et les conditions climatiques (vents dominants, ensoleillement...). Par exemple, on constate que le Perche est régulièrement soumis aux pollutions de la région parisienne avec l'effet des vents de secteur Est. Le Nord du Cotentin, balayé par des vents tout au long de l'année, connaît une dispersion plus grande des polluants atmosphériques. Une masse d'air plus homogène est présente sur le reste de la région Basse-Normandie à l'exception des zones côtières qui ont des particularités propres liées aux entrées maritimes et aux phénomènes de brise.

Laboratoire mobile



Séverine Bernard/DREAL BN

### Les indices de la qualité de l'air

Chaque jour, pour les principales villes de la région, un indice est calculé par l'association régionale de surveillance de la qualité de l'air : Air C.O.M. Cet indice (« Atmo » ou « IQA ») qualifie la qualité de l'air sur une échelle de 1 (niveau très bon) à 10 (niveau très mauvais). Il prend en compte la valeur mesurée la plus haute parmi 4 polluants : dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), ozone (O<sub>3</sub>) et poussières (PM 10).

Cet indice est un outil de communication destiné à informer chaque jour les habitants de la qualité de l'air (en moyenne sur l'agglomération). **Il peut ne pas rendre compte de certains épisodes localisés de pollution notamment à proximité des sources.** De plus, il est basé sur les seuils de pollution correspondants à **des effets de court terme** et ne rend pas compte de la pollution cumulée sur de longue période.

Selon les indices généraux, la proportion du nombre total de journée ou la qualité de l'air est « bonne ou très bonne » s'élève à 80 % du temps.

**La répartition des jours de bonne qualité de l'air entre 2011 et 2012 varie légèrement.** Les modifications sont liées aux conditions climatiques différentes d'une année sur l'autre et ne permettent pas de conclure à une amélioration. Les indices de la qualité de l'air ne sont en effet qu'une information de court terme. Les analyses sur les concentrations de fond pendant plusieurs années sont les seules données qui permettent de vérifier les évolutions de la pollution atmosphérique.



### Repères

**Air C.O.M.** est une association qui a pour mission la surveillance de la qualité de l'air et l'information du public en Basse-Normandie.  
Site internet : [www.air-com.asso.fr](http://www.air-com.asso.fr)

#### Les différents indices : Atmo et IQA

**L'indice Atmo** caractérise la qualité de l'air quotidienne d'une agglomération de plus de 100 000 habitants sur une échelle qui va de 1 (indice très bon) à 10 (indice très mauvais). Pour une zone de moins de 100 000 habitants, on parle d'IQA (indices de la qualité de l'air simplifiés).

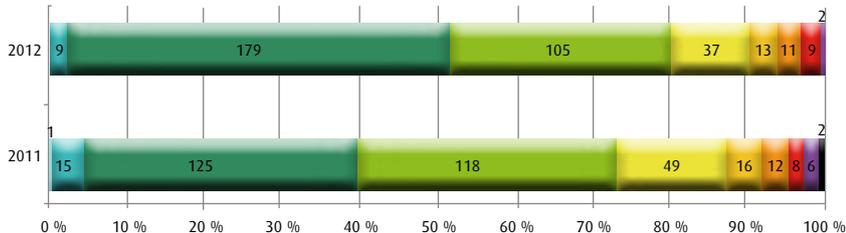
**L'échelle de ces indices** tient compte des niveaux de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), d'ozone (O<sub>3</sub>) et des particules en suspension (PM 10). Elle reste donc restrictive.

## Répartition des indices de la qualité de l'air en 2011 et 2012

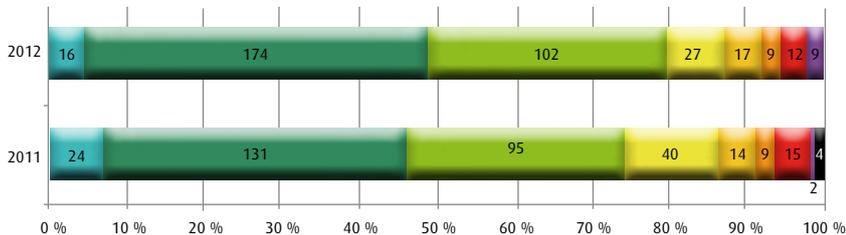
Source : Air C.O.M.



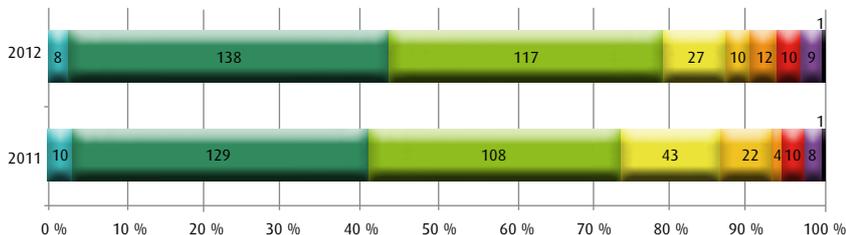
### Agglomération d'Alençon



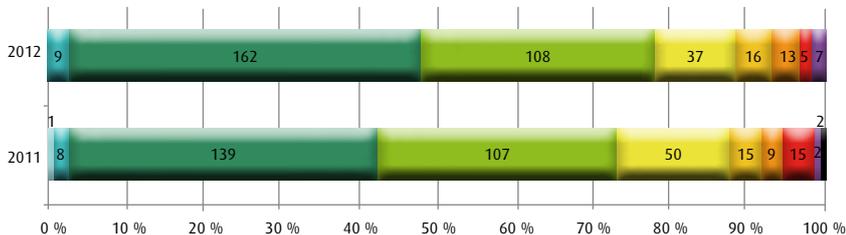
### Agglomération de Lisieux



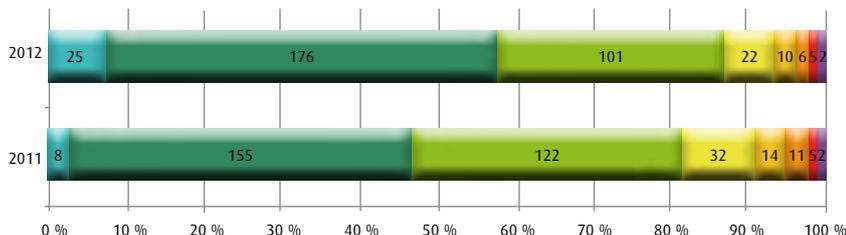
### Agglomération de Caen



### Agglomération de Saint-Lô



### Agglomération de Cherbourg



### Alençon (61)



Phodia

### Pollution aux particules fines par temps clair dans l'agglomération de Caen



Air C.O.M.

## Les zones sensibles

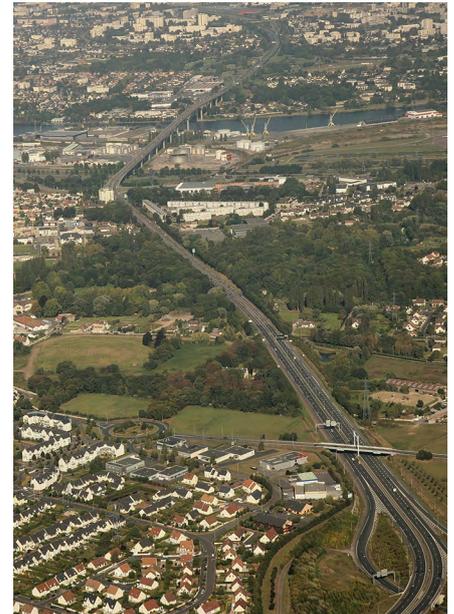
Des « zones sensibles » ont été identifiées en Basse-Normandie pour définir des orientations destinées à prévenir ou à réduire la pollution atmosphérique.

Les zones sensibles sont des secteurs où **des dépassements des normes réglementaires relatives aux oxydes d'azote et aux particules fines** sont susceptibles de se produire et d'avoir un impact sur la population ou les écosystèmes sensibles.

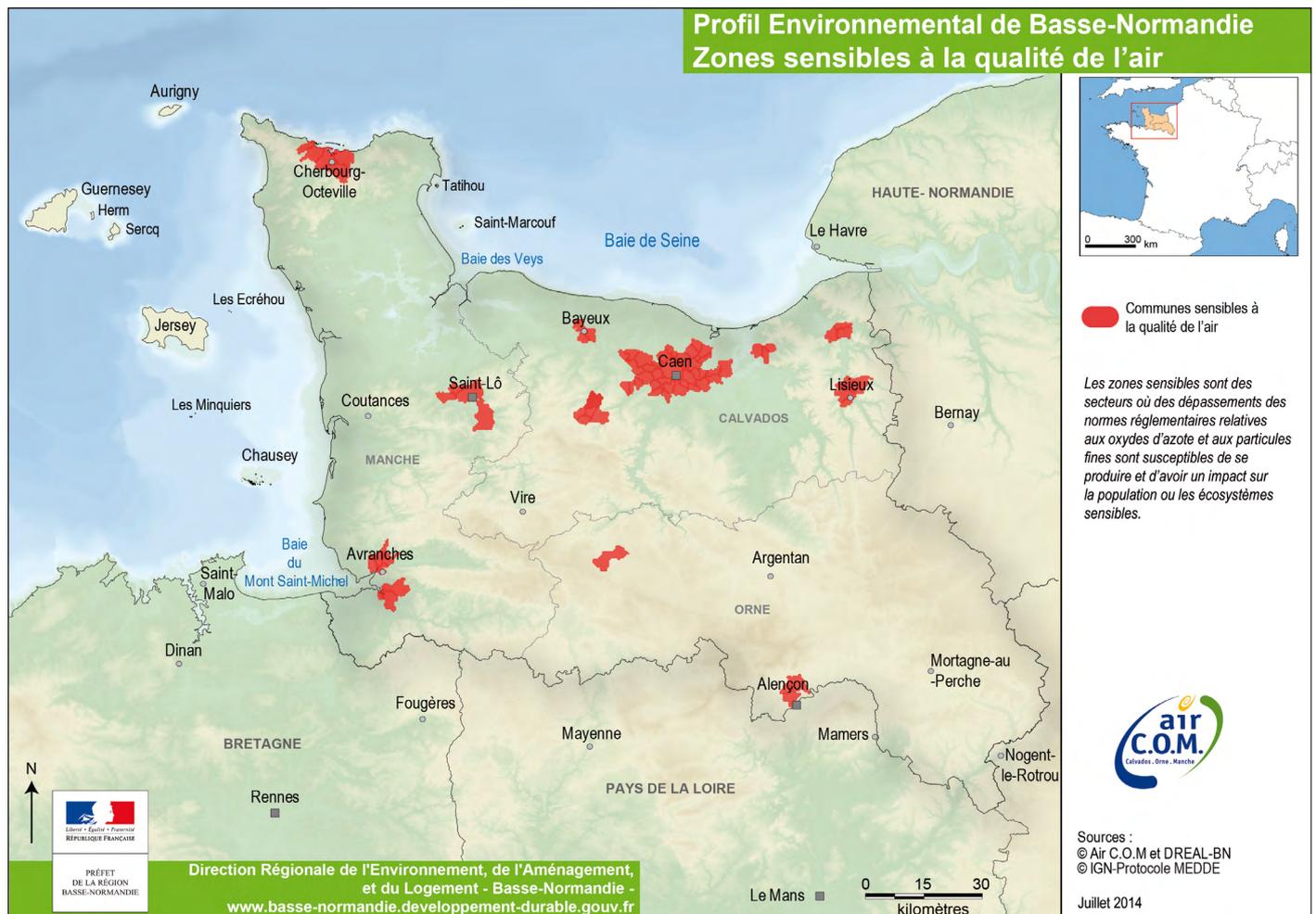
**En Basse-Normandie, 77 communes sensibles sont identifiées.** Elles représentent 3,6 % de la surface de la région et **31,7 % de la population régionale. Il s'agit de zones d'habitat denses ou sous l'influence de voiries à fort trafic.** Cette population a donc un risque important d'être exposée à un dépassement de la valeur limite de protection de la santé humaine.

L'ensemble de la méthodologie d'élaboration de cette cartographie est disponible sur le site internet d'AirC.O.M. : [www.air-com.asso.fr](http://www.air-com.asso.fr)

Boulevard périphérique de Caen



Les 4 vents



## 3 Le bruit

### Qu'est-ce que le bruit ?

Le dictionnaire « Larousse » définit le bruit comme « l'ensemble des sons perçus comme étant sans harmonie ». Le son est un phénomène physique, produit d'une vibration acoustique, qui est caractérisé notamment par :

- son **intensité**, de faible à forte, appelée « niveau sonore » et exprimée en décibels (dB). L'oreille humaine est capable de percevoir des sons compris entre 0 dB et 120 dB. Au-delà de ce seuil supportable quelques instants, il y a perte d'audition.
- sa **hauteur**, également appelée « fréquence », de grave à aiguë et mesurée en hertz. Les sons graves (inférieurs à 20Hz), appelés « infrasons » et les sons aigus (supérieurs à 20 000Hz), appelés « ultrasons », ne sont pas perçus par l'oreille interne humaine ;
- sa **durée**, qui est évaluée selon une échelle courte (de l'ordre de la seconde) pour les bruits impulsionnels et selon une échelle plus longue (de l'heure à la journée), adaptée à la mesure des bruits dans l'environnement.

### Une source de préoccupations et de nuisances pour les français

Le bruit est omniprésent dans l'environnement. Certaines sources peuvent s'avérer gênantes comme le voisinage, les infrastructures de transport ou certaines activités économiques (sites industriels, chantiers de BTP, événements sportifs ou culturels...). Ainsi, selon un sondage intitulé « Les Français et les nuisances sonores », réalisé en septembre 2014 par l'Ifop pour le Ministère du Développement Durable, **plus de 80 % de la population se déclare préoccupée par les questions relatives au bruit et aux nuisances sonores** à leur domicile. Les bruits de voisinage et ceux des infrastructures routières arrivent largement en tête des sources citées. Les désagréments provoqués par les nuisances ont un impact sur les habitudes de vie (fermeture des fenêtres, élévation du niveau sonore des téléviseurs et appareils radio) et sur la santé (fatigue, stress, difficultés à s'endormir ou à se concentrer).

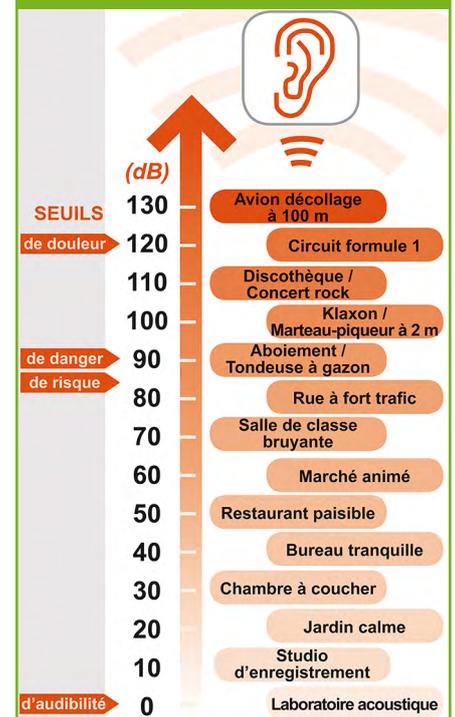
### Les outils de mesure et d'évaluation

La mesure du niveau sonore est réalisée à partir d'un **sonomètre**. Plusieurs informations peuvent être obtenues selon la problématique étudiée :

- le **niveau sonore instantané**, qui consiste à mesurer le niveau de pression acoustique sur une courte période (de l'ordre de la seconde). Cette information peut permettre de définir le niveau maximum (L max) utilisé lorsqu'un bruit subit de très fortes variations au cours du temps (nuisances sonores liées à une activité professionnelle, aviation...);
- le **niveau sonore moyen**, autrement appelé niveau équivalent (Leq pour *Level Equivalent* ou niveau acoustique équivalent). Il représente l'énergie acoustique moyenne perçue pendant la durée d'observation (de l'heure à la journée).

#### L'intensité du bruit : quelques repères

Source : Centre d'information et de documentation sur le bruit



Séverine Bernard/DREAL BN

Atterrissage à l'aéroport de Carpiquet (14)



Valérie Guyot/DREAL BN

Trois termes spécifiques du niveau sonore moyen peuvent être étudiés :

- le **bruit ambiant**, c'est-à-dire la somme de tous les bruits, quelle qu'en soit la source ;
- le **bruit résiduel**, c'est-à-dire l'ensemble des bruits existants en dehors de la source de bruit que l'on étudie ;
- le **bruit émergent**, qui est « *une modification temporelle du niveau ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier* » (AFNOR) et qui résulte de la différence entre le bruit ambiant et le bruit résiduel. Cette information est notamment utilisée pour évaluer et contrôler le niveau sonore aux abords des installations classées pour la protection de l'environnement (cf. « pollutions chroniques »).

Ces mesures du niveau sonore sont généralement pondérées (pondération de type A) afin de prendre en compte la manière dont les humains entendent, avec en l'occurrence une plus grande sensibilité aux moyennes fréquences qu'aux hautes et basses fréquences. On parle alors de « dB(A) ».

La modélisation est un outil qui permet d'évaluer, par le calcul et à partir d'une base de données des discriminants du bruit, les niveaux sonores actuels ou futur en un lieu donné. Cette méthodologie est notamment utilisée pour la réalisation des cartes de bruit rendues obligatoires par la Directive européenne 2002/49/CE.

## 4 Les champs électromagnétiques

Un champ électromagnétique apparaît dès lors que **des charges électriques sont en mouvement**. Ce champ résulte de la combinaison d'ondes électriques et magnétiques.

**Des champs électromagnétiques sont partout présents dans notre environnement**, comme en témoigne l'apparition de charges électriques lors d'orages ou l'orientation de l'aiguille aimantée d'une boussole. À côté des sources naturelles, existent d'autres champs qui résultent de l'activité humaine : au niveau de toute prise de courant existe un champ électromagnétique de basse fréquence engendré par le courant électrique. Nous utilisons également toutes sortes de rayonnements dans le domaine des radiofréquences élevées pour la transmission d'informations, au moyen d'antennes de télévision et de radio ou encore pour la liaison avec les téléphones portables.

Les champs électromagnétiques suscitent de nombreuses interrogations et inquiétudes concernant leurs impacts sur la santé. Ces préoccupations se focalisent notamment sur les impacts des lignes à haute tension, des antennes relais, des téléphones mobiles et de l'usage de technologies sans fil en général.

Les sources d'exposition sont nombreuses, qu'elles proviennent de l'environnement immédiat (radio, téléphone portable...), industriel (télécommunications, radars...) ou médical (examen d'imagerie médicale par résonance magnétique...). Les évolutions des technologies sans fil, très rapides se poursuivent de manière très rapide. D'après l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes en France (ARCEP), on comptait 61,9 millions de cartes sim (téléphones mobiles et accès internet nomade) en France au deuxième trimestre 2010 (cf. « pollutions chroniques »).

Circulation sur le boulevard périphérique de Caen (14)



Valérie Guyot/DREAL BN

Antenne relais



Séverine Bernard/DREAL BN

## 5 La radioactivité

### Le phénomène de radioactivité

La radioactivité est un phénomène physique au cours duquel des noyaux atomiques instables, appelés radionucléides, se désintègrent en dégageant de l'énergie sous forme de rayonnements ionisants, pour se transformer en des noyaux atomiques plus stables.

Les rayonnements ionisants peuvent enlever un ou plusieurs électrons à la matière qu'ils traversent (ionisation). Ces rayonnements regroupent :

- les rayons X ;
- les rayons gamma ;
- les rayonnements alpha, bêta plus et bêta moins.

Les neutrons sont considérés comme rayonnements ionisants car ils créent des particules secondaires lors de leurs interactions avec la matière.

**Les rayonnements ionisants sont présents en permanence** avec les éléments naturellement radioactifs tels que ceux présents dans les roches terrestres (uranium, thorium, potassium...) ou ceux générés en haute atmosphère (carbone 14 notamment). **Ils peuvent également être générés par la désintégration d'éléments artificiels** (plutonium, américium...) qui se présentent sous la même forme que les rayonnements naturels.

Chaque rayonnement a des caractéristiques qui lui sont propres. Ainsi, les effets des ionisations sur la matière sont variables, selon les zones touchées, le type de rayonnement, l'intensité et la durée d'exposition.

### L'exposition des populations

**L'exposition moyenne de la population française en 2010 était de 3,7 millisieverts (mSv) par an.** Les sources naturelles d'exposition représentent 2,4 mSv de cette exposition. L'exposition médicale due à des diagnostics et des traitements représente plus de 35 % en moyenne de l'exposition totale. Au niveau mondial, l'exposition moyenne des populations est évaluée à 3 mSv par an.

L'impact de la radioactivité ambiante artificielle (incluant les rejets des installations nucléaires et les rejets des essais atmosphériques) est estimé à 0,03 mSv par an alors que la radioactivité naturelle s'élève à environ 2,4 mSv. C'est pour cette raison que l'impact de ces activités est considéré comme extrêmement faible en France actuellement (source : ASN).

**L'importance des sources de radioactivité naturelle est variable selon les conditions du lieu :** la force du rayonnement cosmique dépend de l'altitude, le radon et le rayonnement tellurique dépendent de la richesse du sol en uranium et thorium, et plus particulièrement de la porosité du sol pour le radon.

Inspection de l'ASN sur le site de La Hague (Septembre 2011)



ASN

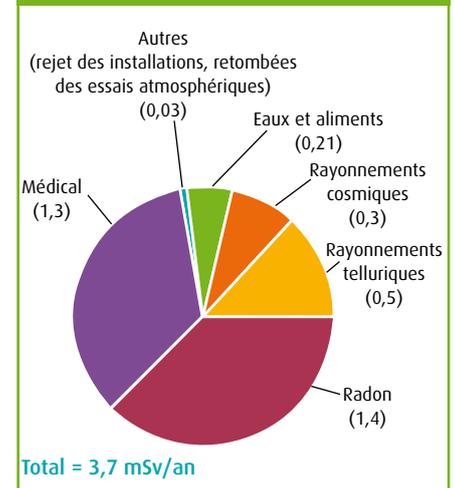
Contrôle par l'ASN de l'installation de scannographie du service de médecine nucléaire du Centre Oscar Lambret à Lille (Novembre 2011)



ASN

#### Origine des expositions de la population française à la radioactivité en 2010 en mSv/an

Source : ASN



## Exposition moyenne de la population française à la radioactivité en 2010, selon les origines, en millisievert

Source : IRSN

Radioactivité	Origine	Dose en mSv/an	Part dans l'exposition totale
Naturelle	Total	2,4	64 %
	Sol, Tellurique (uranium 238, potassium 40 et thorium 232 du sol)	0,5	13,3 %
	Cosmique (soleil, étoiles et galaxies)	0,3	8 %
	Radon (air)	1,4	37,4 %
	Interne (homme + ingestion d'aliments et d'eau)	0,2	5,3 %
Artificielle	Total	1,33	36 %
	Médecine (radiodiagnostic, radiothérapie et imagerie nucléaire)	1,3	35 %
	Autres (rejet des installations, retombées des essais atmosphériques...)	0,03	1 %
Total global		3,73	100 %

▲▲  
*L'exposition moyenne de la population française en 2010 était de 3,7 mSv* ▲▲

## Illustration du phénomène de radioactivité et de ses unités de mesure

Réalisation : DREAL de Basse-Normandie et Agence Bingo

**Gray (Gy) :** unité de mesure de l'énergie cédée par les rayonnements ionisants à la matière traversée. Elle correspond à la dose absorbée.



**Sievert (Sv) :** unité utilisée pour donner une évaluation de l'impact des rayonnements sur les humains. Elle est utilisée le plus souvent avec sous-multiples  $\mu$ Sv et mSv.

**Becquerel (Bq) :** unité légale de mesure internationale utilisée en radioactivité. Le becquerel mesure l'activité d'une source radioactive naturelle ou artificielle, c'est-à-dire le nombre de désintégrations d'atomes qui s'y produit en une seconde. Cette unité se décompte au niveau de l'atome, on emploie habituellement ses multiples (kilo, méga, giga ou térabecquerels). Par exemple, un adulte moyen a une activité voisine de 8 kBq (due principalement au carbone 14 et au potassium 40).

## Les systèmes de mesures de radioactivité

Des mesures de la radioactivité sont effectuées sur toute la France, par des industriels, des chercheurs et des experts, des institutions gouvernementales, des associations ou des particuliers. Les principaux contributeurs à ces mesures sont les installations nucléaires de base, qui doivent effectuer des prélèvements réglementaires dans un rayon de 20 km autour des sites.

Les prélèvements sont le plus souvent issus de stations fixes, qui aspirent l'air pour en fixer les particules sur des filtres. Ces filtres sont ensuite analysés.

### Comment accéder à ces mesures ?

La mise à disposition des résultats au public est assurée par le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNMRE, [www.mesure-radioactivite.fr](http://www.mesure-radioactivite.fr)), institué par le code de la santé publique.

Inspection d'un convoi de déchets radioactifs à Valognes (50) par l'ASN (Novembre 2011)



ASN

Les trois tours de refroidissement du GANIL

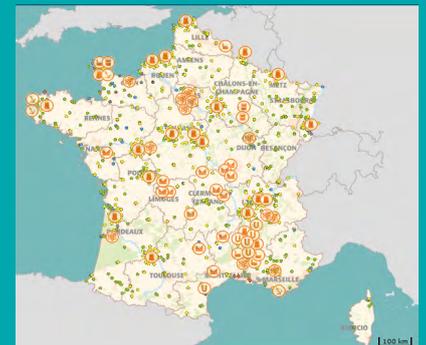


Ph. Stroppa/CEA/GANIL



## Repères

Carte présentant les principaux sites sources de rayonnements ionisants artificiels et les points de prélèvements des mesures de l'air en France (juin 2015)



Source : [www.mesure-radioactivite.fr](http://www.mesure-radioactivite.fr)



## 2. L'air, premier des éléments nécessaires à la vie

L'air a d'innombrables fonctionnalités. La première est la respiration, à l'origine de la vie sur Terre. Mais, au delà de la simple respiration des êtres vivants, c'est l'ensemble de l'écosystème qui est impacté par la qualité de l'air. Ce chapitre met en avant quelques fonctionnalités essentielles de manière non exhaustive : respiration, photosynthèse, support d'échanges, activités de production et déplacements.

### À découvrir dans ce chapitre

- ▶ La respiration des êtres vivants
- ▶ La photosynthèse
- ▶ Un support de transmission et d'échanges
- ▶ Les activités de production et les déplacements

## 1 La respiration des êtres vivants

**Les végétaux, comme les animaux, absorbent du dioxygène dans le milieu et y rejettent du dioxyde de carbone.** Ces échanges gazeux sont réalisés dans l'air ou dans l'eau : ils caractérisent la respiration des êtres vivants.

Les animaux réalisent des échanges gazeux au niveau d'organes respiratoires.

- en milieu aérien, les échanges gazeux entre l'air et l'organisme sont réalisés au niveau des poumons ou des trachées (escargot, criquet...) ;
- en milieu aquatique, les échanges entre l'eau et l'organisme sont réalisés au niveau des branchies (poisson).

La respiration végétale s'exerce avec les stomates des feuilles.

**Chez les êtres humains,** la respiration est un mécanisme d'échanges d'oxygène entre l'air et les cellules de l'organisme par l'intermédiaire du sang au sein des alvéoles pulmonaires.

**En une journée, un adulte respire environ 14 000 l d'air, ce qui correspond à une masse de plus de 15 kg** (sachant qu'un litre équivaut à 1,29 g). À titre de comparaison, il boit en moyenne 1,5 l d'eau par jour.

À chaque inspiration normale, un volume de 0,5 l d'air entre dans les poumons. En fin d'expiration normale, un adulte peut encore évacuer 1 litre d'air en plus par expiration forcée. En fin d'expiration forcée, il reste encore 1,5 litre d'air dans les poumons. Ceux-ci ne peuvent donc jamais être complètement vidés.

Mulet



Michel Collard

Joggeur

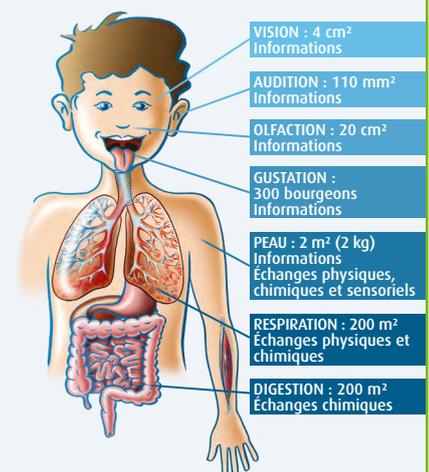


Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

### La respiration

Source : Air C.O.M., illustration de Jacques Sourd

**Quels sont ces lieux d'échanges de matières ou d'informations ?**



### Chiffres clés



La quantité d'air transitant par les poumons varie selon l'activité, avec par exemple :

- 5 l/mn au repos
- 30 l/mn en marche rapide
- 60 à 100 l/mn en pratiquant du vélo intensif
- 60 à 100 l/mn en course d'endurance

## 2 La photosynthèse

La photosynthèse permet aux végétaux de créer de l'énergie à partir de la lumière et de l'air ambiant. Lorsqu'un végétal reçoit de la lumière, il absorbe le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) présent dans l'air et rejette du dioxygène ( $\text{O}_2$ ). La nuit, la photosynthèse s'arrête. La respiration ne s'arrête pas.

Certains polluants, dont l'ozone, affectent profondément la fonction photosynthétique des plantes par nécrose des stomates de la feuille.

Gouttes d'eau sur une feuille



Olivier Brosseau/MEDDE-MLETR

## 3 Un support de transmission et d'échange

**L'air est un support physique essentiel dans la transmission d'informations.**

Un support d'échange aussi simple que celui de l'utilisation de la parole fait usage du canal aérien. De manière plus élaborée, la liaison entre des appareils émetteurs et récepteurs tels que des téléphones portables, des radios ou des téléviseurs, sollicite aussi ce canal.

La transmission de données sur un support physique se fait par **propagation d'un phénomène vibratoire**. Il en résulte un signal ondulatoire dépendant de la grandeur physique que l'on fait varier :

- dans le cas de la lumière, c'est une onde lumineuse ;
- dans le cas du son, il s'agit d'une onde acoustique ;
- dans le cas de la tension ou de l'intensité d'un courant électrique, c'est une onde électrique.

D'autres canaux peuvent être mobilisés : les éléments filaires permettent ainsi de faire circuler des grandeurs électriques (fils de téléphone, fibre optique).

Selon le type de support physique aérien, la grandeur physique a une vitesse de propagation plus ou moins rapide :

- le son se propage dans l'air à une vitesse de l'ordre de 300 m/s ;
- la lumière a une célérité proche de 300 000 km/s.

Lorsque des personnes parlent entre elles, les informations sont transmises via des ondes mécaniques progressives. Ce moyen de communication n'est utilisable que sur des courtes distances.

L'usage d'une télécommande dans la maison constitue une information envoyée à l'appareil associé qui la traite ensuite. Ce sont les ondes lumineuses du domaine des infrarouges (IR) qui constituent le support de l'information. La portée de ce mode de communication reste néanmoins assez faible.



Valérie Guyot/DREAL BN

Le « portable »,  
un support d'échange fortement plébiscité



Séverine Bernard/DREAL BN

Le téléphone sans fil, la radio, internet... sont des exemples d'appareils électroniques qui permettent de transmettre et/ou de recevoir des informations sur des plus longues distances. Ces technologies font appel à des supports de types ondulatoires : les ondes hertziennes. Les ondes constituent un moyen de communication efficace sans transport de matière mais avec transport d'énergie.

▲▲  
*L'air est un support  
de transmission  
d'information* ▲▲

## 4 Les activités de production et les déplacements

Dans l'ensemble des étapes nécessaires à la fabrication d'un produit, l'air a une place déterminante. C'est un élément essentiel à la combustion, qui est présente dans de nombreuses activités humaines. **L'oxygène nécessaire à la combustion provient de l'air.**

Ainsi, **pour certains usages**, tels que le fonctionnement des moteurs à réaction, **un air pollué peut engendrer des dysfonctionnements**. Ce fut le cas lors de l'éruption du volcan islandais Eyjafjöl du 20 mars 2010 dont les cendres très abrasives ont impacté fortement le trafic aérien européen.

L'air ambiant est aussi un déterminant essentiel dans la qualité d'un nombre important de processus industriels. Ainsi, les industries de la micro-électronique sont très vulnérables à un air de mauvaise qualité avec le risque de contamination des composants électroniques par des particules. De même, dans **l'industrie agroalimentaire, l'air est un vecteur de contamination biologique**. Ces différentes industries doivent investir dans des équipements considérables pour dépolluer l'air des contaminants nuisant à leur production. Plus l'air est pollué, plus les coûts de fonctionnement de ces installations sont élevés.

Dans les déplacements aériens, la capacité des avions et des ballons à voler dépend aussi de la **portance de l'air**. Celle-ci provient de la différence de pression exercée par l'air autour de l'aile, entre la face inférieure et la face supérieure. La pression sur la surface inférieure est supérieure à la pression sur la surface supérieure. Les mouvements d'air chaud permettent également les déplacements de planeurs, delta-planes...

Aéroport de Caen-Carpiquet



Valérie Guyot/DREAL BN

Parapente



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR



## 3. Les pollutions chroniques

Le phénomène de pollution de l'air se définit comme l'introduction de rejets nuisibles aux organismes vivants, aux écosystèmes et aux biens matériels.

Les installations humaines susceptibles d'avoir une activité polluante sont encadrées par un dispositif spécifique (les installations classées, notamment).

Les pollutions observées peuvent être de nature chimique ou biologique, liées au bruit, à la radioactivité ou aux champs électromagnétiques... Le contexte géographique et météorologique a aussi une incidence sur l'ampleur et la durée des phénomènes observés.

### À découvrir dans ce chapitre

- ▶ L'encadrement réglementaire des installations classées
- ▶ Les pollutions chimiques et biologiques
- ▶ Le bruit
- ▶ Les champs électromagnétiques
- ▶ La radioactivité

### 1 L'encadrement réglementaire des « installations classées »

Une « **installation classée pour la protection de l'environnement** » (ICPE) est une exploitation industrielle ou agricole susceptible de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances notamment pour la sécurité et la santé des riverains.

Pour savoir si une activité est une ICPE, il faut se rapporter à des seuils spécifiques définis réglementairement. Lorsque les activités d'un établissement sont en dessous des seuils de la nomenclature, il n'est pas considéré comme une « installation classée » et relève de la police du maire.

Les activités relevant de la législation des installations classées sont énumérées dans une nomenclature qui les soumet à un régime d'autorisation, d'enregistrement ou de déclaration en fonction de l'importance des risques ou des inconvénients qui peuvent être engendrés (cf. encadré). En fonction de ces risques est également définie l'obligation ou non de réaliser des **études d'impact** sur l'environnement.

Le contenu de l'étude d'impact doit être en relation avec l'importance de l'installation projetée et ses incidences prévisibles sur l'environnement.

#### Une étude d'impact doit comporter notamment :

- 1° Une analyse de l'état initial du site et de son environnement (...);
- 2° Une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents de l'installation sur l'environnement (...);
- 3° Les raisons pour lesquelles, notamment du point de vue des préoccupations d'environnement, parmi les solutions envisagées, le projet présenté a été retenu ;
- 4° Les mesures envisagées par le demandeur pour supprimer, limiter et, si possible, compenser les inconvénients de l'installation (...).



### Repères

#### Les régimes relatifs aux installations classées pour la protection de l'environnement :

- déclaration (activités les moins polluantes) ;
- enregistrement (mesures techniques bien connues et standardisées pour prévenir les inconvénients) ;
- autorisation (risques ou pollutions les plus importants).

#### La législation des installations classées confère à l'État des pouvoirs :

- d'autorisation ou de refus de fonctionnement ;
- de réglementation (respect de certaines dispositions techniques) ;
- de contrôle ;
- de sanction.

Sous l'autorité du Préfet, ces opérations sont confiées aux inspecteurs de l'environnement qui sont des agents assermentés de l'État.

L'évaluation du **risque sanitaire** dans les études d'impact a pour objectifs d'étudier les effets potentiels sur la santé d'une activité et de proposer des mesures compensatoires adaptées.

L'exploitant doit prendre toutes les dispositions nécessaires dans la conception et l'exploitation des installations pour réduire la pollution de l'air à la source, notamment en optimisant l'efficacité énergétique. L'étude d'impact comprend également la prise en compte approfondie des effets sur l'air, le bruit et l'eau.

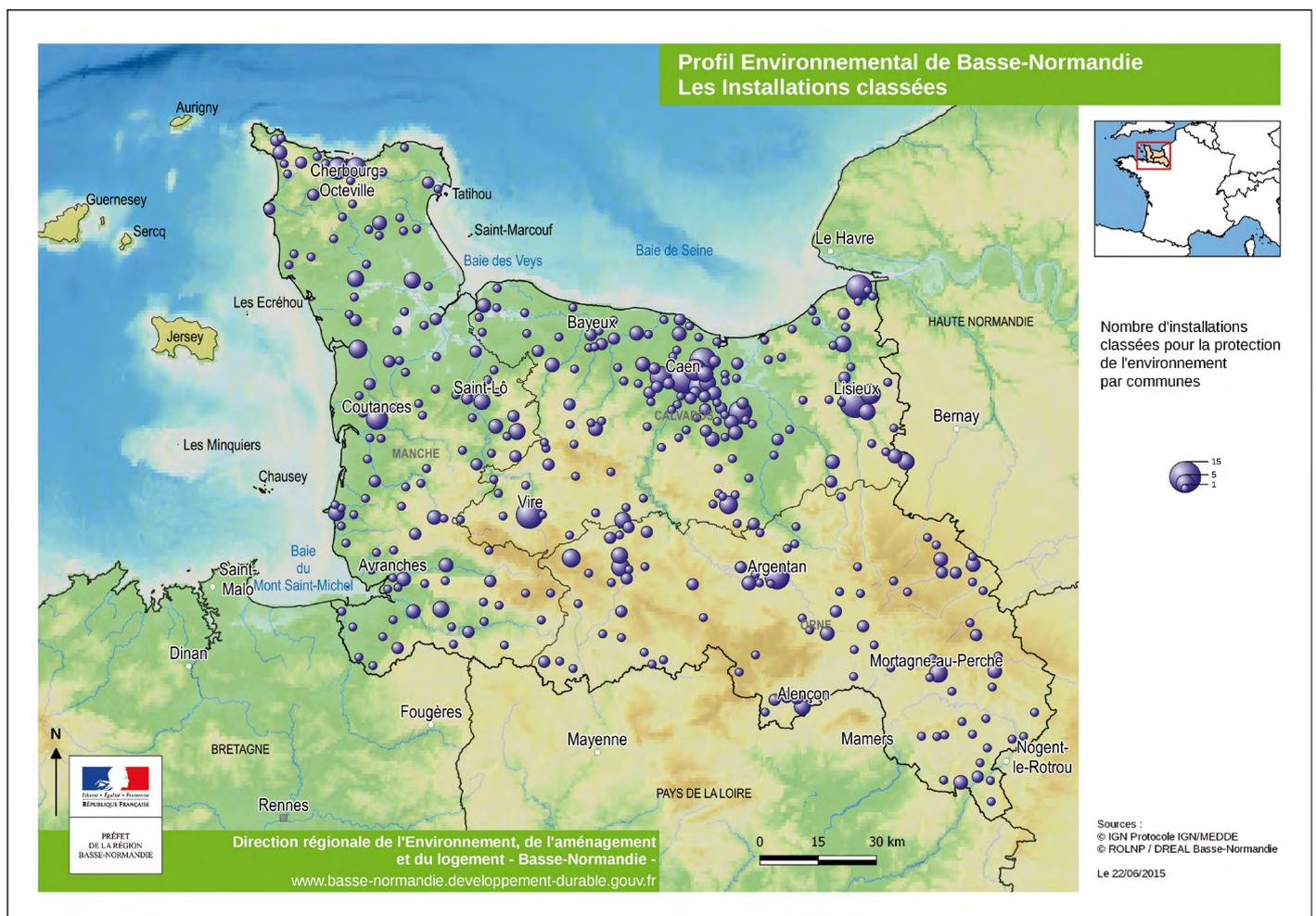
Le volet « air » doit démontrer que le responsable de la demande d'autorisation d'exploiter :

- connaît, maîtrise ses rejets et les surveille de manière fiable ;
- met en place des mesures de réduction de ceux-ci ;
- surveille les immissions (qualité de l'air à proximité du site) lorsque les rejets sont importants.

Bâtiment d'élevage



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR



## 2 Les pollutions chimiques et biologiques

### Les phénomènes de pollution

#### Les différentes échelles de pollution

Les phénomènes relatifs à la pollution atmosphérique se déclinent selon trois échelles d'espace et de temps :

- le niveau local dont l'échelle de temps est de l'ordre des heures et des jours ;
- le niveau régional dont l'échelle de temps est de l'ordre des jours et des semaines ;
- le niveau planétaire dont l'échelle de temps est de l'ordre des mois et des années.

#### Les différentes échelles de pollution

Réalisation : AirC.O.M., DREAL de Basse-Normandie et Agence Bingo



### Textes

#### Le code de l'environnement

(article L 220-2) définit la **pollution atmosphérique** comme l'« introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature

- à mettre en danger la santé humaine ;
- à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes,
- à influencer sur les changements climatiques ;
- à détériorer les biens matériels ;
- à provoquer des nuisances olfactives excessives ».

La pollution atmosphérique peut avoir aussi des origines naturelles (éruptions volcaniques...).



### Repères

#### Symboles chimiques des principaux polluants

- NH<sub>3</sub> : ammoniac
- CFC : chlorofluorocarbure
- COV : composé organique volatil
- SO<sub>2</sub> : dioxyde de soufre
- CH<sub>4</sub> : méthane
- NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : nitrate
- NOx : oxyde d'azote
- O<sub>3</sub> : ozone
- N<sub>2</sub>O : protoxyde d'azote

Échelle de pollution	Temps de dispersion	Principaux risques	Polluants concernés
<b>Locales</b>	Heures/Jours	Santé et matériaux	SO <sub>2</sub> , NOx, COV, Poussières...
<b>Régionales (échelle du continent)</b> • Pluies acides • Smog photochimique	Jours/Semaines	Milieus naturels et santé	SO <sub>2</sub> , NOx, NH <sub>3</sub> , O <sub>3</sub> , poussières
<b>Planétaires</b> • Destruction de l'ozone stratosphérique	Mois/Années	Biosphère	Famille des CFC, CH <sub>3</sub> Br...
<b>Planétaires</b> • Effet de serre	Mois/Années	Changement climatique	O <sub>3</sub> , CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O

## La pollution d'origine locale

Avec l'industrialisation massive du XIX<sup>e</sup> siècle, les collectivités ont dû se préoccuper de **l'impact des pollutions sur la santé des populations riveraines**. Dès 1950, des études consacrées à l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé ont mis en corrélation des augmentations de décès par atteinte respiratoire et/ou cardiovasculaire et des niveaux très élevés de pollution acido-particulaire.

Les zones d'industrialisation correspondent en effet aux endroits où se trouve une forte densité d'habitat. La plupart des polluants atmosphériques concernés (dioxyde de soufre, oxyde d'azote, monoxyde de carbone, ozone, plomb et particules) ont des effets nocifs pour la santé humaine, les écosystèmes et les monuments.

## La pollution à longue distance

Les polluants émis par les activités humaines retombent non seulement à proximité des sources, mais aussi à des centaines, voire à des milliers de kilomètres de leur origine. Les principaux problèmes de pollution à longue distance sont l'acidification, l'eutrophisation et la pollution photochimique.

## La pollution planétaire

Une pollution planétaire a été mise en évidence au cours des années 1980 avec les observations des chercheurs sur l'effet de serre et la destruction de l'ozone stratosphérique.

## Les pollutions en espaces ouverts

Deux types de polluants sont à distinguer pour illustrer les mécanismes de pollution : les polluants primaires et les polluants secondaires.

- **Les polluants primaires** sont émis par une activité quelconque, qu'elle soit d'origine humaine, telles que les émissions d'une cheminée industrielle, ou naturelle, comme les particules terrigènes émises par une éruption volcanique.

Alerte pollution sur les panneaux à messages variables du périphérique de Caen (14)



Air C.O.M.



## Repères

**30 % des personnes nées après 1980 dans les pays industrialisés sont cliniquement allergiques.** La prévalence des maladies allergiques a doublé entre 1980 et 2000. Elle se stabilise pour l'asthme et reste en légère augmentation pour la rhinite.

Le remboursement des traitements anti-asthmatiques a enregistré une hausse de 60 % en sept ans, pour atteindre 970 millions d'euros en 2007.

Source : Ministère de la Santé et Ministère de l'Écologie (La surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les lieux accueillant des enfants)

- **Les polluants secondaires** se forment directement dans l'atmosphère à partir de composés chimiques présents. L'ozone est le plus connu des polluants secondaires.

## La pollution primaire

Certains polluants primaires sont émis localement, avec par exemple des cheminées d'usines dans les zones industrielles ou des moteurs automobiles en zones urbaines. C'est essentiellement une pollution de proximité. L'impact est d'autant plus fort que l'on se rapproche de la source d'émission. Les conditions météorologiques sont souvent déterminantes pour caractériser l'intensité des phénomènes locaux.

Dans des conditions météorologiques peu dispersives, de forts niveaux de pollution peuvent être constatés, surtout en hiver. Ces conditions sont :

- l'absence de pluie ;
- une stabilité verticale de l'atmosphère près du sol ;
- une absence de vent ou un vent faible.

Ces trois conditions se rencontrent essentiellement par les journées froides et anticycloniques d'hiver.

## Quelques exemples de pollution secondaire

### **L'acidification**

Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) sont les principaux polluants à l'origine de la formation des pluies acides. On retrouve ces polluants dans les nuages et les précipitations, parfois à des milliers de kilomètres de leur point d'émission. L'acidification modifie les équilibres chimiques des milieux récepteurs et produit notamment des effets sur les matériaux (corrosion...), les forêts et les cours d'eau.

### **La pollution photochimique**

La pollution photochimique est un ensemble de phénomènes qui conduisent à la formation d'ozone et d'autres composés oxydants à partir d'énergie solaire et de polluants primaires. Ces phénomènes ont lieu dans les couches d'air proches du sol et dans la troposphère libre. L'ozone formé à ce niveau est qualifié de « mauvais ozone » en raison de ses effets néfastes sur la santé humaine et sur les végétaux. L'ozone de la stratosphère (situé entre 19 et 30 km d'altitude), au contraire, est qualifié de « bon ozone » (cf. encadré).

### **L'effet de serre additionnel**

L'effet de serre est lié à la propriété qu'ont certains gaz atmosphériques d'absorber le rayonnement infrarouge (ou chaleur) émis par la Terre en direction de l'espace. Ces gaz sont appelés gaz à effet de serre (GES). Certaines activités humaines conduisent à une augmentation importante des concentrations de certains GES dans l'atmosphère, ce qui entraîne des déséquilibres climatiques (cf. partie « Climat »).



## Repères

### **L'appauvrissement de l'ozone stratosphérique**

L'ozone est naturellement présent dans la stratosphère à une altitude comprise entre 15 et 50 km formant ce que l'on appelle la **couche d'ozone**, avec un maximum de concentration à 20 km. Elle protège la biosphère du rayonnement ultraviolet en provenance du soleil. C'est grâce à cette couche protectrice que la vie terrestre a pu se développer sur notre planète.

### **L'ozone stratosphérique (d'altitude) est qualifié de « bon ozone »,**

car il absorbe le rayonnement ultra-violet solaire et nous préserve ainsi contre le risque de cancer cutané et d'autres mutations génétiques. Il préserve aussi l'activité des plantes (photosynthèse). Compte tenu des faibles échanges de masse d'air entre la stratosphère et la troposphère, cet ozone d'altitude reste dans la stratosphère, fort heureusement pour l'homme car il est préjudiciable à la santé.

### **La baisse anormale des concentrations d'ozone stratosphérique au pôle Sud**

au sortir de l'hiver polaire, au moment de l'apparition du soleil a été mise en évidence en 1979. Durant la fin de l'hiver austral, au moment où le soleil apparaît, la teneur en ozone diminue de 40 à 60%.

**De nombreux composés peuvent détruire l'ozone** (OH, H, NO, Cl, Br, HO<sub>2</sub>, CFC). Le phénomène de baisse annuelle des concentrations d'ozone est plus marqué au pôle Sud qu'au pôle Nord en raison de conditions naturelles différentes. Si le phénomène de destruction est remarquable au niveau des pôles, **c'est sur l'ensemble de la couche d'ozone que cet appauvrissement se répercute.**

## Les pollutions en espaces clos

On parle d'« air intérieur » pour désigner l'air des espaces clos (bâtiments...). Les conditions de confinement, de ventilation, les produits d'entretien utilisés et les matériaux de construction peuvent altérer fortement la qualité de l'air intérieur. **Or, une personne passe en moyenne une vingtaine d'heures en espace clos ou semi-clos.**

Les sources principales de polluants de l'air intérieur sont les suivantes :

- le sol (radon) ;
- l'air extérieur, avec par exemple la circulation automobile ou les pesticides ;
- les produits de construction, d'ameublement, de décoration, d'entretien et de bricolage avec les COV (Composés Organiques Volatils) et les particules ;
- les appareils à combustion (chauffage, production d'eau chaude) produisant du monoxyde de carbone, des oxydes d'azote, des particules et certains COV ;
- les plantes et les animaux avec les pollens, les allergènes d'animaux (chiens, chats, acariens...);
- l'activité humaine (tabagisme, cuisine ou entretien, bureautique...) avec les particules, le monoxyde de carbone, les COV et les aldéhydes...

Le renouvellement de l'air est une façon efficace de réduire les concentrations de polluants.

### La pollution intérieure

Source : Air C.O.M., illustration de Jacques Sourd

**Sur la vingtaine d'heures passées dans des locaux, quatorze ont lieu à domicile.**

**Nous pouvons être exposés :**

- ▶ au tabac (4 000 produits chimiques différents)
- ▶ à l'humidité et aux moisissures
- ▶ aux allergènes (acariens, pollens d'animaux,...)
- ▶ au monoxyde de carbone (CO) lié à la combustion (chauffage, chauffe-eau, gazinière,...)
- ▶ au radon (gaz radioactif d'origine naturelle)
- ▶ aux produits ménagers et d'hygiène
- ▶ aux diffuseurs d'ambiance, insecticides, bombes aérosols,...
- ▶ aux matériaux de construction, de décoration et aux produits de bricolage

**Ventiler**  
le logement ou aérer 10 minutes par jour, hiver comme été, en ouvrant les fenêtres permet de renouveler l'air intérieur et de réduire la concentration des polluants dans l'habitat sans effets négatifs sur la température des pièces.

### Les types d'exposition

Il existe deux types d'exposition :

- l'exposition des personnes à de fortes doses de polluants, qui est un phénomène relativement rare, comme l'intoxication au monoxyde de carbone ;
- l'exposition continue à de faibles doses de polluants sur de longues périodes, qui peut avoir des conséquences importantes à court ou à long terme.

Nos amis les chats peuvent contribuer aussi à des phénomènes d'allergie



Sandrine Hélicher/DREAL BN

Etiquettes COV visibles sur des pots de peinture



Arnaud Bouissou/MEDDE-MLETR

Kit d'évaluation de l'air intérieur



Arnaud Bouissou/MEDDE-MLETR

# Les outils de mesure et d'évaluation

Un réseau de mesure sur le territoire sert à l'évaluation de l'intensité et de l'importance des pollutions chimiques.

## Les mesures et modélisations des pollutions chimiques

### Les stations et outils de mesures

Air C.O.M. gère **douze stations de mesures automatiques de la pollution** (deux dans l'Orne, trois dans la Manche et sept dans le Calvados) sur l'ensemble de la Basse-Normandie. Ces stations sont équipées d'un ou plusieurs analyseurs mesurant chacun les concentrations d'un polluant défini.

Air C.O.M. dispose également de quatre laboratoires mobiles de surveillance permettant de réaliser des campagnes de mesures sur les territoires non couverts par des stations fixes de mesures.

Les principaux polluants surveillés de cette manière sont :

- l'ozone ( $O_3$ ) ;
- les oxydes d'azote ( $NO$  et  $NO_2$ ) ;

Mesure de la qualité de l'air

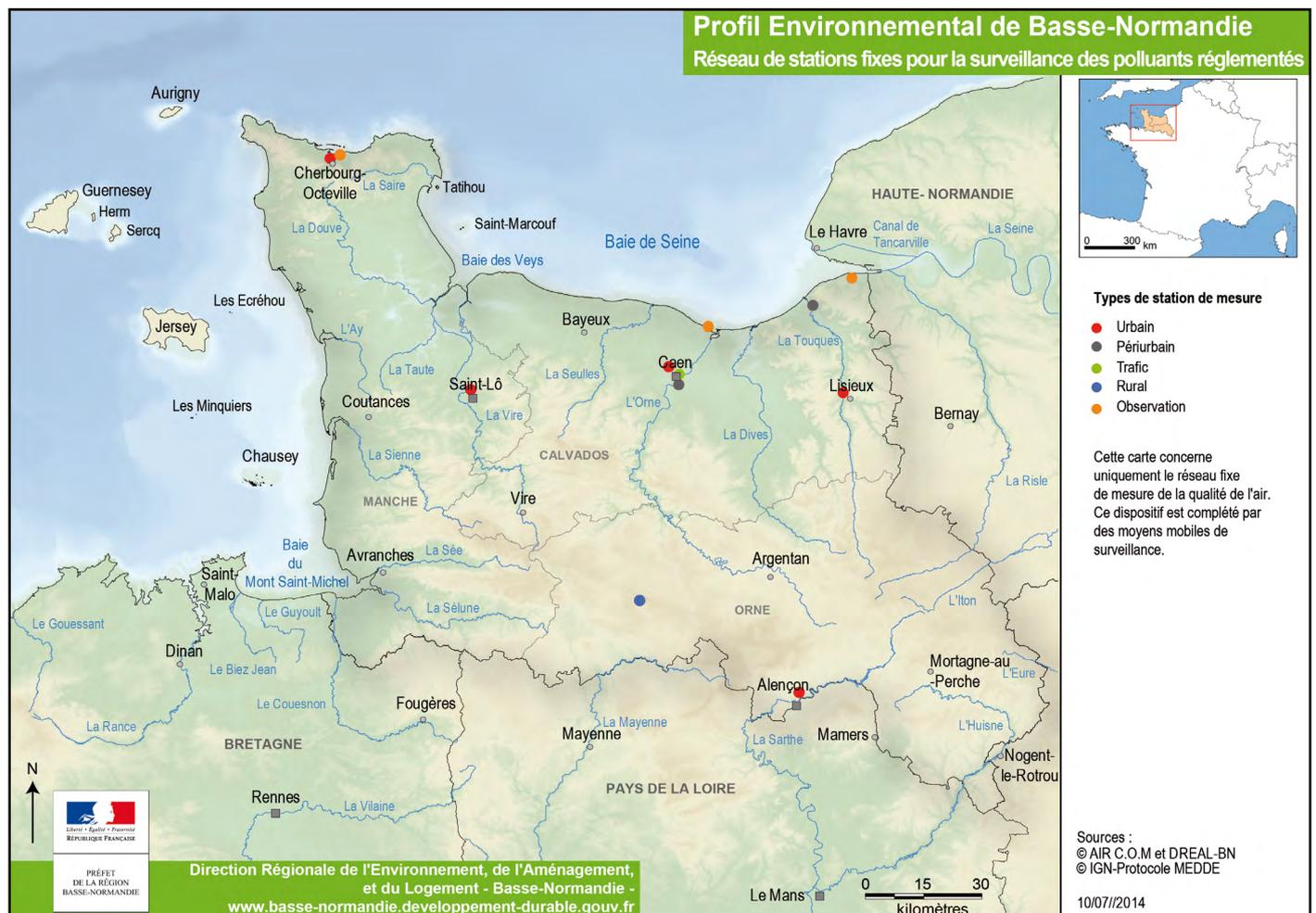


Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

Mesure de la qualité de l'air



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR



- les particules fines (PM10 et PM2,5, aussi appelées « poussières ») ;
- et, dans une moindre mesure, le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et le monoxyde de carbone (CO).

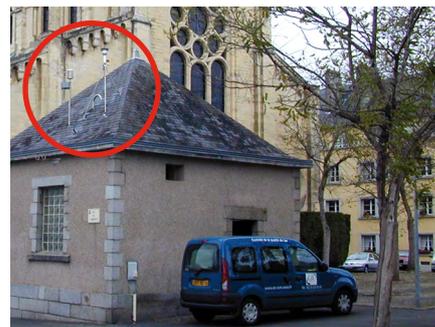
Les stations sont généralement implantées dans des lieux représentatifs de l'exposition de la population. Elles peuvent caractériser :

- la pollution de fond, à l'écart des sources importantes de polluants ;
- la pollution de proximité, telle que celle rencontrée au bord d'un axe routier très fréquenté.

De plus, Air C.O.M. dispose d'une **station MERA** (Mesure Européenne des Retombées Atmosphériques) située à La Coulonche dans le département de l'Orne. C'est une station d'un type particulier, entièrement financée par l'État, qui fait partie d'un réseau de stations de mesures **les plus isolées possible de l'influence humaine directe**. Elles sont situées en milieu rural sur l'ensemble du territoire européen. Neuf stations MERA sont implantées en France.

En plus des mesures quotidiennes, Air C.O.M. procède également à des **mesures spécifiques** pour certains polluants (métaux lourds, HAP, benzène).

Station de Saint-Lô



Air C.O.M.

Station MERA de la Coulonche (61)



Air C.O.M.

Station du chemin vert à Caen



Sandrine Hélicher/DREAL BN

## Les outils de modélisation

Par ailleurs, Air C.O.M. dispose de plusieurs **moyens de modélisation** permettant de répondre à la fois à la réglementation et à des demandes locales.

- ▶ Le **modèle CHIMERE** permet notamment de prévoir à l'échelle régionale (maille de 3 km) les concentrations d'ozone, de dioxyde d'azote et de poussières PM 10 et PM 2,5 pour le jour même et les deux jours suivants.
- ▶ Le **modèle URBAN** permet de spatialiser les concentrations de polluants à l'échelle de la rue.
- ▶ **L'inventaire régional spatialisé** modélise les émissions de polluants atmosphériques, de gaz à effet de serre au kilomètre carré et les consommations d'énergie.

**L'inventaire des émissions est la donnée initiale nécessaire** pour la prévision quotidienne des champs de concentration en ozone, dioxyde d'azote et particules fines. Il est aussi utilisé pour cartographier des concentrations de polluants et définir les indicateurs environnementaux annuels.

Dans le cadre des projets d'aménagement, il peut aussi servir de base de référence avec, par exemple l'évaluation de l'impact d'une nouvelle infrastructure sur la qualité de l'air.

Les **polluants atmosphériques pris en compte** dans l'inventaire d'Air C.O.M. sont les suivants :

- polluants sanitaires réglementés ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , benzène,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{SO}_2$ ...);
- polluants impliqués dans les phénomènes d'eutrophisation des sols ( $\text{NH}_3$ );
- précurseurs de la pollution photochimique ( $\text{COVNM}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ );
- polluants impliqués dans les phénomènes d'acidification ( $\text{SO}_2$ ), les métaux lourds, les particules, les gaz à effet de serre ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , HFC, PFC,  $\text{SF}_6$ ).

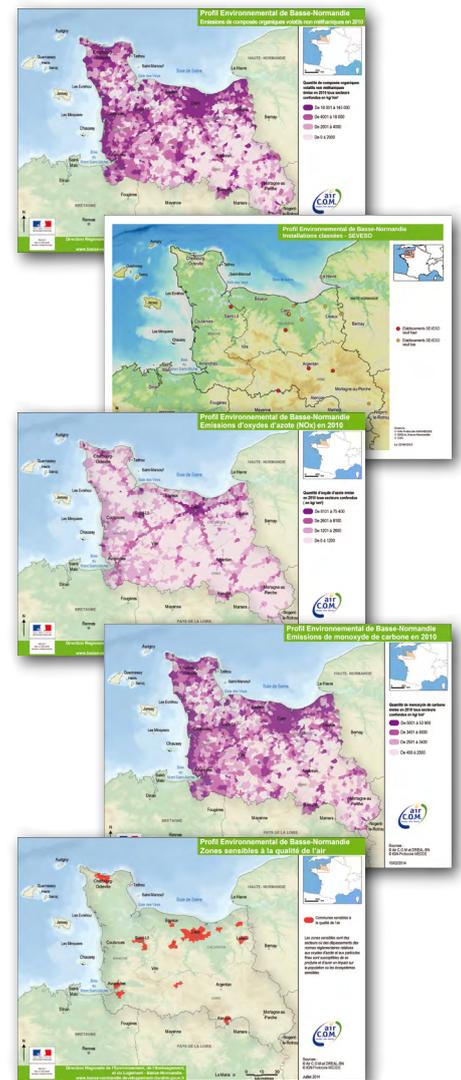
## Les mesures effectuées par les industriels

Les industriels qui émettent des polluants atmosphériques sont dans l'obligation de réaliser un suivi à la source et de mesurer en continu leurs rejets. Ces données sont transmises annuellement et utilisées pour la réalisation des évaluations d'émissions.

Cimenterie de Ranville



Valérie Guyot/DREAL BN



## Les principaux polluants chimiques

### Présentation simplifiée des principaux polluants suivis

Les principaux polluants chimiques suivis réglementairement par Air C.O.M. sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau récapitulatif des polluants suivis en Basse-Normandie					
Polluants	Situation par rapport aux normes qualité de l'air	Évolution 2001-2008	Zones concernées	Domaines concernés	Appréciation globale
Dioxydes d'azote (NO <sub>2</sub> )	- Respect de l'ensemble des normes sur tous les sites de fond - Dépassements sur des sites de proximité automobile en zone urbaine	Aucune évolution significative	- Principales agglomérations : Caen, Cherbourg - Proximité des axes à fort trafic	Transports routiers, installations de combustion, résidentiel/tertiaire	⊖
Particules fines (PM10/PM2,5)	- Respect de l'ensemble des normes sur les sites de fond ou ruraux - Des dépassements des seuils d'information et d'alerte	Aucune évolution significative	Ensemble de la région et principales villes	Transport routier et secteurs résidentiel/tertiaire Activités portuaires Agriculture	⊖
Ozone (O <sub>3</sub> )	Respect de la valeur cible mais l'objectif à long terme pour la protection de la santé est dépassé les années aux étés les plus chauds	- Situation variable d'un été à l'autre - Augmentation des niveaux de fond	Phénomène d'échelle transrégionale, voire transfrontalière	Sources des précurseurs : - NOx : transport routier, combustion - COV : végétation, combustion, évaporation de produits tels que solvants, peinture...	⊖
Benzène	Les valeurs limites sont respectées sur l'unique site de mesure	Aucune évolution significative	Proximité d'axes routiers (sites de raffinage)	Transport routier, combustion incomplète de combustibles organiques	⊕
Métaux lourds	Valeurs inférieures aux valeurs cibles	- Tendance à la baisse pour le plomb - Stabilité pour les autres métaux	Proximité de sites industriels spécifiques (connaissance à acquérir)	Industrie : métallurgie, raffinage, usines d'incinération	⊕
Monoxyde de carbone (CO)	Respect des valeurs limites	Tendance à la baisse		Trafic routier, chauffage d'appoint, foyers ouverts	⊕⊕
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	Pas de dépassement en Basse-Normandie (concerne la vallée de la Seine)	Tendance à la baisse	Sites industriels	Centrales thermiques, grandes installations de combustion utilisant charbon, fioul...	⊕⊕

Zone portuaire de Caen (14)



Séverine Bernard/DREAL BN

Moissonneuse



Valérie Guyot/DREAL BN

#### Légende de l'appréciation

⊖ Dépassements des valeurs fixées par la réglementation (seuil d'information en cas de pic de pollution, valeur d'objectif à long terme...) et enjeu sur ce polluant

⊕ Respect de l'ensemble des valeurs limites réglementaires et faible enjeu sur ce polluant

⊕⊕ Respect de l'ensemble des valeurs limites réglementaires et valeurs mesurées bien en deçà : pas d'enjeu sur ce polluant

## Les oxydes d'azote : NOx

Les oxydes d'azote comprennent principalement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Ils sont émis principalement par le **trafic routier**. Le **chauffage** dans le secteur résidentiel/tertiaire **et les installations industrielles de combustion** qui contribuent aussi de façon non négligeable à leurs émissions.

Ces polluants sont impliqués dans les mécanismes complexes de pollution photochimique, du fait de leur rôle de précurseurs dans la formation d'ozone. Les niveaux moyens annuels de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) mesurés par Air C.O.M. ne présentent pas d'évolution significative entre 2001 et 2010.

Les **niveaux moyens les plus forts sont enregistrés dans les plus grandes agglomérations et sur les stations à proximité de grands axes routiers**. À l'écart des sources de trafic intense, il n'y a pas véritablement de problèmes de pointes de pollution au regard des exigences réglementaires.



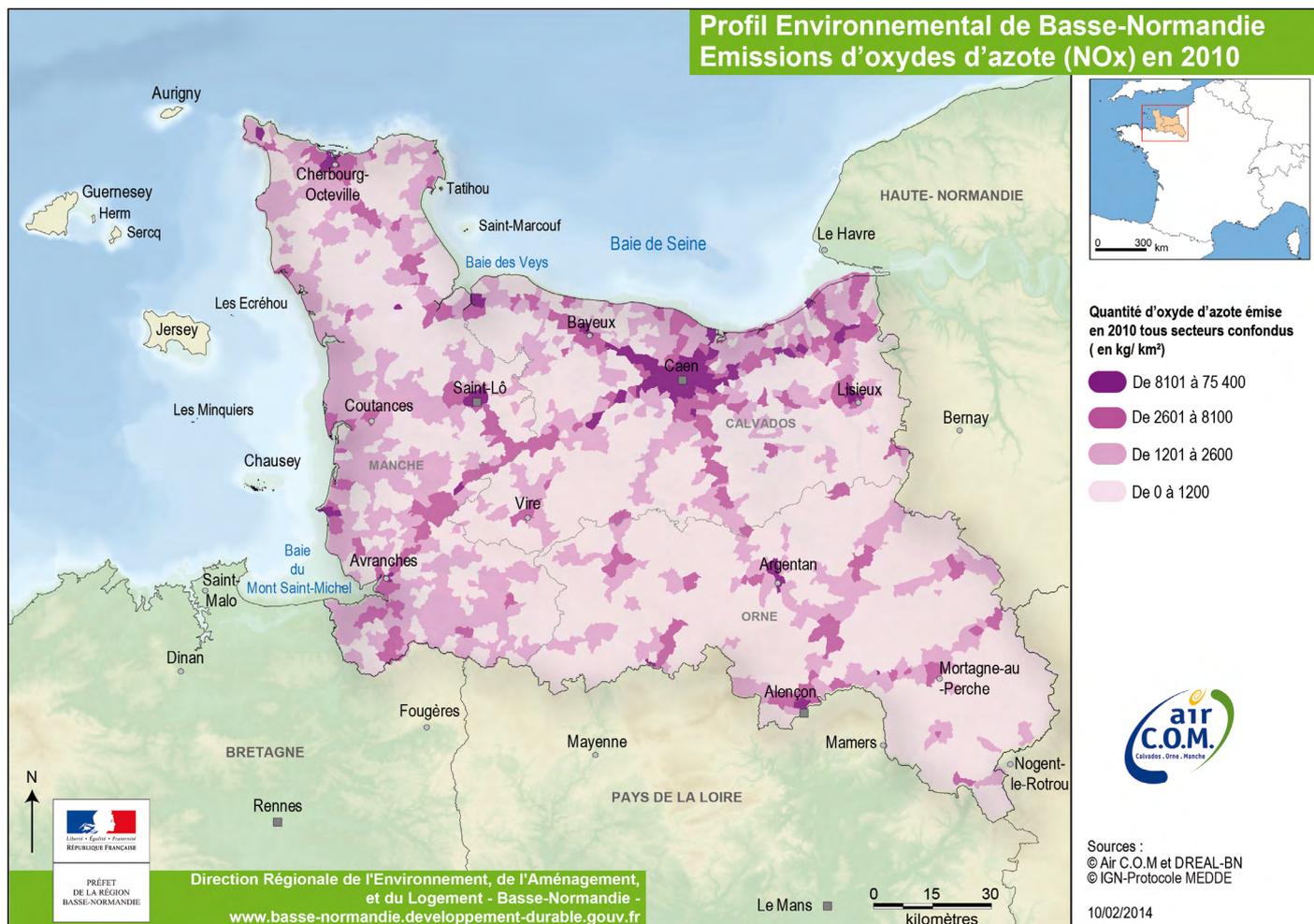
## Les effets

### Les effets du dioxyde d'azote

**Sur la santé :** le NO<sub>2</sub> est un gaz irritant pour les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires.

**Sur l'environnement :** les oxydes d'azote participent aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique et ils contribuent à l'effet de serre.

Source : Atmo  
Fédération des associations de surveillance de la qualité de l'air

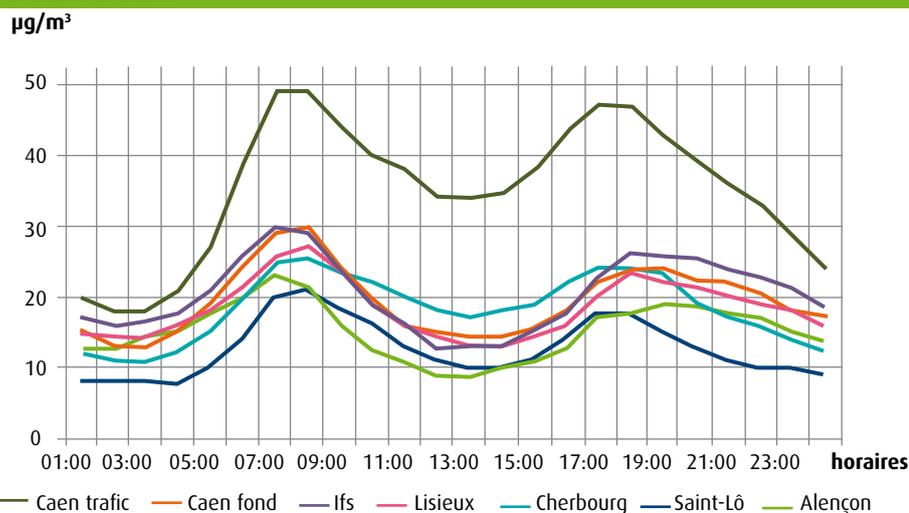


Depuis 2001, la valeur limite annuelle de protection de la santé humaine pour le dioxyde d'azote ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle) a été dépassée deux années au niveau de la station de mesures de Caen-Vaucelles, située en proximité du trafic automobile.

Le graphique ci-dessous présente une journée type des concentrations de dioxyde d'azote pour l'année 2010. Quel que soit le lieu de mesures, les courbes des concentrations de  $\text{NO}_2$  présentent deux maximums correspondant aux pics de circulation du matin et de fin d'après midi.

### Journée type des concentrations de $\text{NO}_2$ pour 2010 pour différents sites de mesure en Basse-Normandie

Source : Air C.O.M.

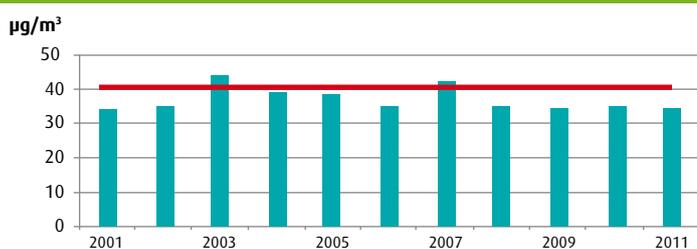


Les concentrations mesurées en proximité du trafic automobile sont toujours supérieures aux concentrations de fond, quels que soient l'année et le lieu. Elles sont de 1,36 à 3 fois supérieures en moyenne annuelle. Le trafic moyen de Caen-Vaucelles est de l'ordre de 15 000 véhicules par jour, trafic largement dépassé dans de nombreuses zones de la région.

De plus, dans certaines configurations, les rues urbaines peuvent susciter un contexte beaucoup plus favorable à la concentration de polluants. C'est le cas des rues canyons (rues étroites et bordées de bâtiments) et plus généralement des lieux aux faibles conditions dispersives des centres urbains et caractérisés par une densité de population élevée.

### Moyenne annuelle des concentrations de dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) à Caen-Vaucelles 2001-2011

Source : Air C.O.M.



Station située à proximité du trafic automobile

La ligne rouge correspond à la valeur limite annuelle de protection humaine applicable depuis 2010.



## Repères

**Objectif de qualité :**  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle

**Valeurs limites pour la protection de la santé humaine :**

- $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
- $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle

**Seuil de recommandation et d'information :**  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire

**Seuil d'alerte :**  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire abaissé à  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire en cas de persistance

**Valeurs limites pour la protection de la végétation :**  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle (pour la somme des  $\text{NO}$  et  $\text{NO}_2$ ).

Rue étroite de Caen



Valérie Guyot/DREAL BN



## Définition

### Rue canyon

La rue « canyon avec un risque d'accumulation » est définie à l'aide du rapport entre la hauteur  $H$  des bâtiments et la largeur  $D$  de la voirie. Lorsque le rapport  $H/D$  est supérieur à 0,7, la rue est dite « canyon » avec risque d'accumulation de polluants.

## Les particules fines et ultrafines : PM 10 et PM 2,5



## Les effets

Les particules sont caractérisées par leur diamètre. Les PM 10 représentent les catégories de particules dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres et les PM 2,5 (ou très fines particules) ont un diamètre inférieur à 2,5 micromètres. Ces polluants sont pris en compte depuis une période assez récente. Les mesures ont commencé vers 1994 pour les PM 10 et 2001 pour les PM 2,5.

Les **sources d'émissions** de particules sont diverses :

- le transport ;
- les activités agricoles (travail des terres, épandage d'engrais...) ;
- le chauffage individuel et collectif ;
- les activités industrielles (silos céréaliers, carrières, combustions diverses...) ;
- et certains phénomènes naturels (érosion...).

Les particules les plus fines proviennent principalement du trafic routier (moteur diesel) et du chauffage individuel et collectif (bois, fioul...) alors que les particules de diamètre important proviennent majoritairement de l'agriculture (mise en suspension de terre et activités agricoles).

Les particules fines sont ainsi mesurées sur des stations de fond et des stations de proximité automobile. L'inventaire des émissions permet de visualiser la répartition géographique de leur origine.

### Les effets des particules fines dans l'air

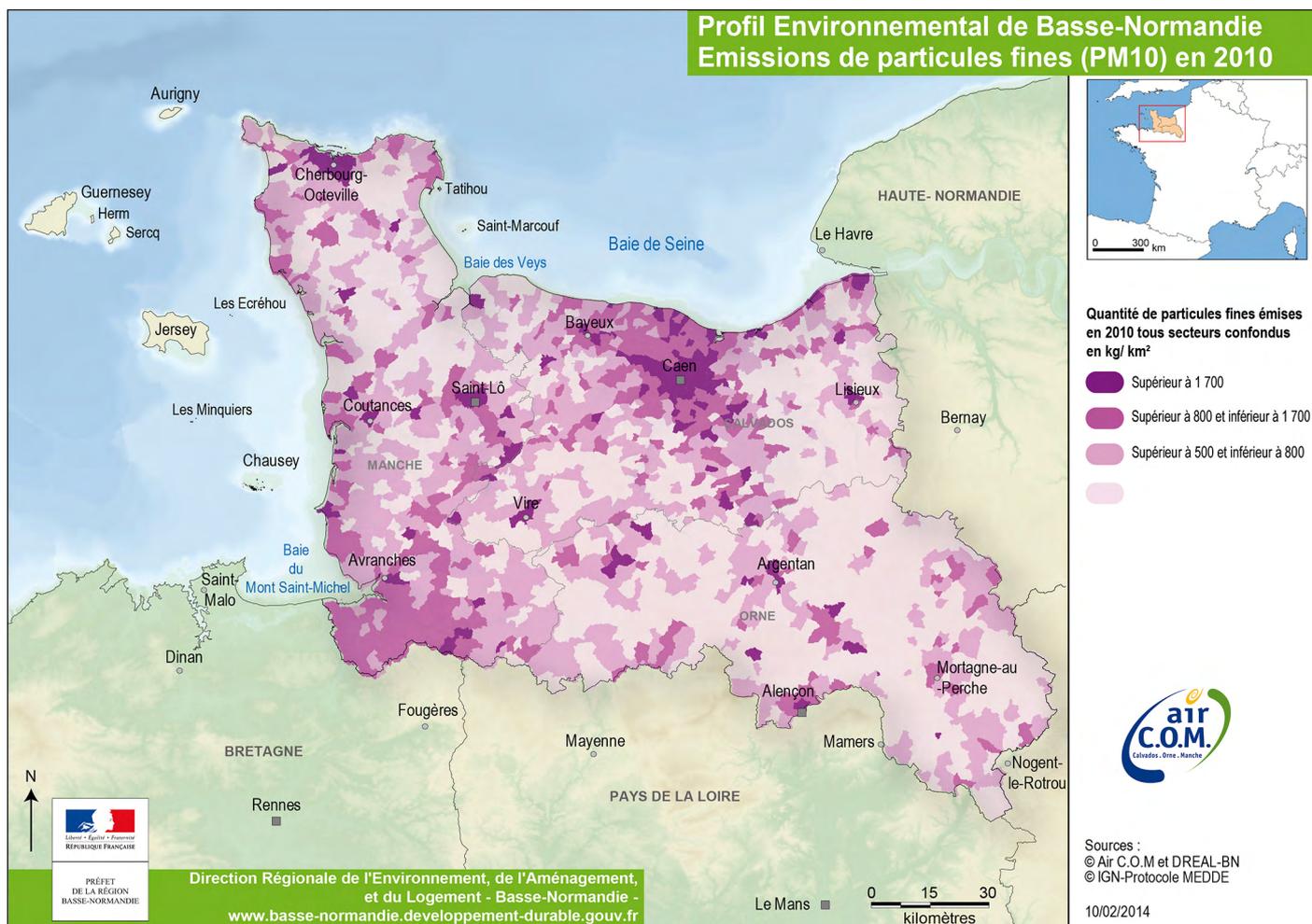
**Sur la santé :** selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. À des concentrations relativement basses, les particules les plus fines peuvent :

- irriter les voies respiratoires inférieures ;
- altérer la fonction respiratoire dans son ensemble ;
- réduire la capacité respiratoire chez l'enfant.

Elles sont associées à une augmentation de la mortalité cardio-pulmonaire et du cancer du poumon chez l'adulte. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes.

**Sur l'environnement :** les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes les plus évidentes à l'environnement.

Source : Atmo



**Une hausse des teneurs en PM 10 est remarquée sur la quasi-totalité des sites de mesure en 2007.** Cette augmentation est imputée à la modification des systèmes de mesure qui inclut désormais la mesure de la partie volatile des particules. Or, celle-ci, souvent très faible, devient prépondérante lors des pics de pollution et des journées fortement « chargées » en particules. **Cette évolution technologique de la mesure rend impossible une comparaison pertinente entre les données produites avant et après l'année 2007.**

Les valeurs les plus fortes sont enregistrées par les **stations proches de fort trafic, ainsi que dans les grandes agglomérations**, zones où les sources d'émissions sont les plus importantes. Si les valeurs limites journalière et annuelle de protection de la santé humaine ne sont pas dépassées en Basse-Normandie, il convient d'être très vigilant.

Les moyennes journalières ne doivent pas dépasser 50 µg/m<sup>3</sup> plus de 35 jours par an. Cette valeur limite est respectée sur la totalité des stations de fond urbaines ou rurales. Toutefois, **le nombre de jours de dépassement du seuil de concentration de la valeur limite journalière est très variable selon la proximité des sources.**

### Nombre de jours de dépassement du seuil de protection de la santé humaine (50 µg/m<sup>3</sup>) pour les particules fines (PM 10) en station de fond

Source : Air C.O.M.

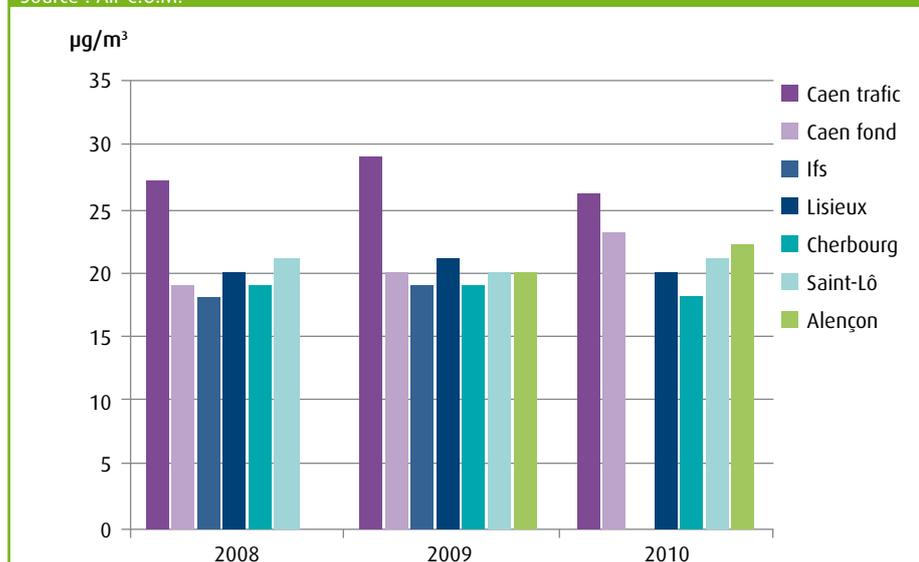
	2010	2011	2012
Calvados	13 jours	21 jours	19 jours
Manche	5 jours	19 jours	11 jours
Orne	8 jours	16 jours	11 jours

En milieu urbain, avec une forte densité de trafic et avec le chauffage résidentiel, le nombre de jours de dépassement augmente sensiblement, celui-ci étant plus de deux fois supérieur en proximité du trafic qu'en fond urbain (station de Caen-Ouest).

En situation de proximité de trafic, à Caen-Vaucelles, les concentrations de particules sont, certaines années, proches des valeurs limites journalières pour ce polluant.

### Mesures des concentrations moyennes annuelles de PM 10 entre 2008 et 2010

Source : Air C.O.M.



## Repères

### Objectif de qualité PM 10 :

30 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle

**Valeurs limites pour la protection de la santé humaine pour les PM 10** (applicables aux concentrations non liées à des événements naturels)

- valeur limite journalière : **50 µg/m<sup>3</sup>** en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 35 jours par an ;
- valeur limite annuelle : **40 µg/m<sup>3</sup>** en moyenne annuelle.

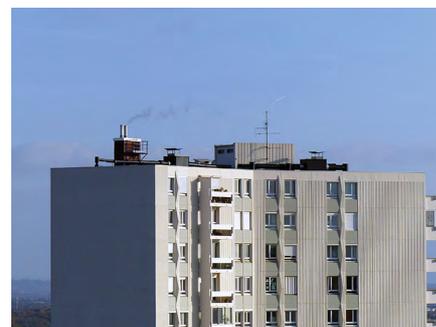
**Seuil d'information et de recommandation (sanitaires et comportementales) du public :**

50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire

**Seuil d'alerte** de 80 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire

**Valeur cible pour la protection de la santé humaine pour les PM 2,5 :**  
**25 µg/m<sup>3</sup>**

Chauffage collectif



Valérie Guyot/DREAL BN

Station de Caen-Vaucelles



Air C.O.M.

La pollution par les particules en Basse-Normandie doit être prise en compte de façon précise car il existe des **risques de dépassement des valeurs limites pour ce polluant, notamment en situation de proximité du trafic routier**. De plus, **l'exposition chronique à la pollution de fond** comporte aussi des impacts sanitaires importants. Il n'existe pas de seuil au-dessous duquel il n'y a aucun impact de la pollution de l'air par les particules sur la santé (Avis de l'Afsset, mars 2009).



Valérie Guyot/DREAL BN

**Les impacts sanitaires de la pollution aux particules fines sont évalués actuellement en France à la perte de 9 mois d'espérance de vie en moyenne et à plus de 42 000 décès prématurés par an** (personnes qui décèdent à peu près 10 ans plus tôt pour cause d'aggravation ou de développement de pathologies, cf. étude européenne CAFE). Les seuils de déclenchement des procédures d'informations et d'alerte ont donc été modifiés en 2012. La fréquence de déclenchement des procédures s'en trouve fortement augmentée.

Les épisodes de pollution par les particules qui déclenchent ces procédures sont souvent de grande échelle et concernent généralement plusieurs régions, particulièrement le Nord de la France et Rhône-Alpes. La carte du pic de pollution du 10 décembre 2012 illustre cette répartition spatiale.

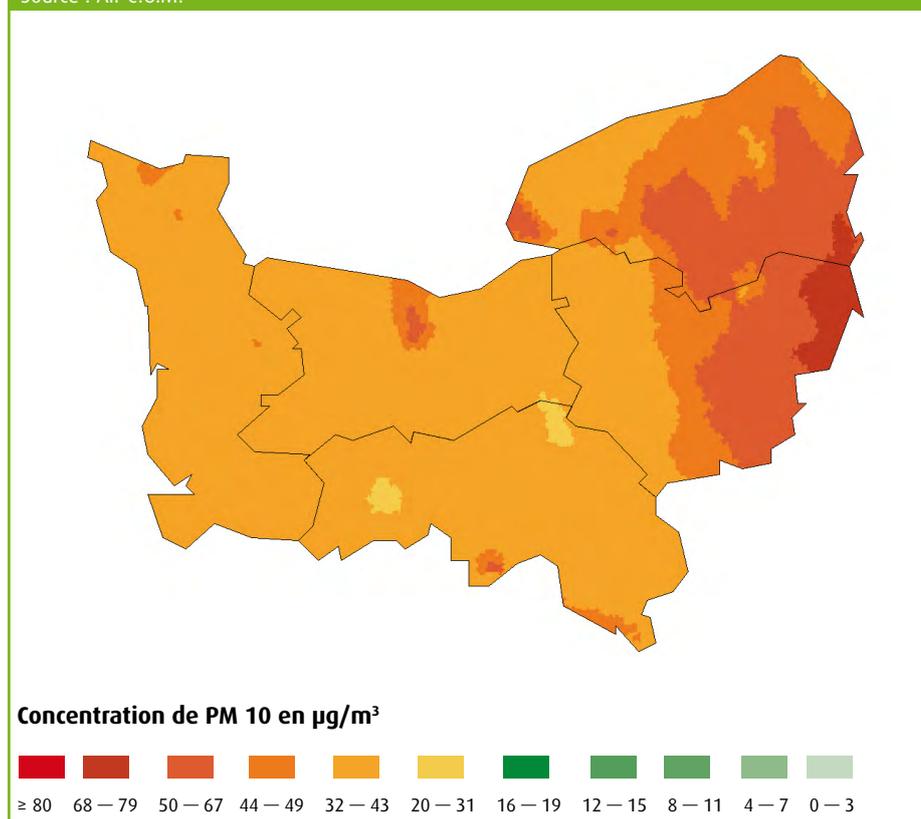
Phénomène de pollution par beau temps en proximité urbaine



Séverine Bernard/DREAL BN

### Pollution au PM 10 du 10 décembre 2012

Source : Air C.O.M.



## Repères

### Évaluation de l'Institut National de Veille Sanitaire (INVS) concernant l'impact des particules fines dans l'agglomération caennaise

Une évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération de Caen pour les années 2009-2010 a été réalisée par l'INVS et Air C.O.M. L'objectif de cette évaluation est de quantifier les bénéfices sanitaires et éventuellement économiques qui pourraient être obtenus localement en réduisant les niveaux de pollution de fond. Il en ressort pour l'impact à court terme qu'une diminution des concentrations moyennes annuelles de particules fines PM 10 de **5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  (soit en-dessous des seuils de recommandations de l'OMS) permettrait d'éviter chaque année :

- 4 décès anticipés ;
- 20 hospitalisations respiratoires ;
- 10 hospitalisations cardiaques.

Elle correspondrait à une économie de 500 000 euros par an.

Concernant l'impact à long terme, la diminution des concentrations moyennes annuelles de particules fines PM 2,5 de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  permettraient d'éviter :

- 40 décès anticipés ;
- 4 mois de vie perdus à 30 ans ;
- et correspond à un gain de 75 millions d'euros par an.

### Brûlage à l'air libre chez un particulier



Thierry Degen/MEDDE-MLETR

Dans notre région, deux périodes sont propices au développement des pics de pollution : l'hiver et le printemps. En hiver, ces épisodes de pollution sont dus au trafic routier et au chauffage résidentiel (combustion du bois, du fioul). Au printemps, ce sont les activités agricoles (épandages) et le trafic routier qui génèrent des émissions importantes.

Concernant les PM 2,5, la législation est entrée en vigueur plus récemment (Directive du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe). Elle porte sur les moyennes annuelles des concentrations mesurées : la valeur cible de 25 µg/m<sup>3</sup> devient valeur limite en 2015. Les niveaux mesurés sont proches ou dépassent, sur certains sites, les valeurs imposées par cette Directive.

## L'ozone : O<sub>3</sub>

Les impacts de l'ozone sont différents selon sa localisation dans l'atmosphère. L'ozone, traité ci-dessous, est situé au sol, entre 0 et 1 kilomètre d'altitude, et a des effets néfastes sur la santé humaine et sur l'environnement.

### Les spécificités de la pollution à l'ozone

L'ozone est un polluant secondaire qui se forme par réaction photochimique mettant en jeu deux principaux groupes de précurseurs : les oxydes d'azote (NOx) et les composés organiques volatils (COV). Le mécanisme de formation d'ozone est complexe, conditionné par la quantité de précurseurs présents dans les masses d'air et par la situation météorologique. L'ensoleillement et la stabilité de l'atmosphère favorisent sa production. C'est un polluant à large échelle (interrégionale).

La famille des composés organiques volatils regroupe plusieurs milliers de composés (hydrocarbures, solvants...) aux caractéristiques très variables. Ils entrent dans la composition des carburants et de nombreux produits courants : peintures, encres, colles, détachants, cosmétiques, solvants... pour des usages ménagers, professionnels ou industriels.



## Repères

### Le brûlage à l'air libre : une pratique très polluante

Le brûlage des déchets verts est interdit car, en plus de générer un risque d'incendie et des nuisances pour le voisinage, il est **fortement émetteur de polluants atmosphériques** dont les particules fines, les HAP et les dioxines.

Brûler 50 kg de bois émet autant de particules que :

- 5 900 km effectués par un véhicule diesel récent ;
- ou plusieurs centaines de trajets aller retour vers la déchetterie située à 20 km.

Des alternatives existent comme le compostage, le broyage ou la collecte en déchetterie.



## Textes

### Recommandations

#### du Haut Conseil de Santé Publique

Le Haut Conseil de Santé Publique a émis en avril 2012 une synthèse et des recommandations sur la pollution par les particules dans l'air ambiant. Il en ressort que l'état des lieux des concentrations journalières et annuelles pour la période 2000-2009 montre une **situation très insatisfaisante et qui nécessite une attention sérieuse**. Il est par ailleurs souligné qu'une politique centrée sur la gestion des pics a peu d'impact sur l'exposition globale de la population, la priorité devant être donnée à la **réduction des expositions chroniques**. Il est enfin indiqué qu'il existe des lacunes de connaissance qui devront être levées par des programmes de recherche sur cette thématique.

Source : Haut Comité de la Santé Publique.  
*Pollution par les particules dans l'air ambiant.*  
Avis et rapport. 2012.

Dans les centres villes, la formation d’ozone n’est pas favorisée en raison des fortes concentrations en oxydes d’azote qui vont « consommer » l’ozone. Cette propriété des centres villes à agir comme des « puits d’ozone » fait souvent appeler la pollution photochimique la « pollution des champs ». Pour cette raison, l’ozone est particulièrement surveillé en situation de fond sur tout type de zone (urbaine, périurbaine, rurale).

## Les pollutions observées

La pollution à l’ozone est un **phénomène épisodique**, qui s’exprime par des pics de concentration **largement tributaires des conditions météorologiques** (ensoleillement, concentration en précurseurs). **Les teneurs moyennes annuelles en ozone mesurées sur les stations fixes ne montrent pas de tendance bien définie depuis 2001**. Les teneurs les plus faibles sont mesurées dans les centres-villes ou dans des lieux présentant un trafic routier dense (puits d’ozone).

On observe parfois des **dépassements des seuils d’information en période estivale** (conditions propices à la formation d’ozone), selon des fréquences variables, qui dépendent fortement des conditions météorologiques (absence de vent). Les dépassements les plus importants ont été observés en août 2003 lors de l’épisode de canicule.

La valeur cible pour la protection des populations n’a pas été dépassée en 2008 et 2009. Par contre, en 2010, les 21 jours d’exposition ont été atteints dans l’Orne. En 2010, le seuil de protection de la population a été dépassé entre 1 et 21 jours, selon les zones géographiques (cf. tableau : mini et maxi).

L’objectif qualité pour 2020 a été dépassé sur l’ensemble de la région en 2006, 2010 et 2012 (dépassement d’une journée dans l’année du seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures).

### Nombre de jours (mini et maxi) de dépassement du seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> d’ozone sur 8 heures (objectif qualité) en Basse-Normandie

Source : Air C.O.M.

	2006	2008	2009	2010	2011	2012
Mini	7	0	0	1	0	2
Maxi	31	15	9	21	21	10



Air C.O.M.



## Repères

### Les repères pour l’ozone

**Il n’existe pas de valeur limite pour la protection de la santé humaine** ou d’objectif de qualité **qui soit exprimé en moyenne annuelle**, comme il peut y en avoir pour d’autres polluants.

#### Protection de la santé humaine :

Valeur cible : 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures consécutives à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne sur 3 ans. L’objectif de qualité invite à ne pas dépasser cette valeur de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures.

#### Protection de la végétation :

18 000 µg/m<sup>3</sup>/ heure avec un objectif à long terme de 6 000 µg/m<sup>3</sup>/h à ne pas dépasser d’ici 2020.

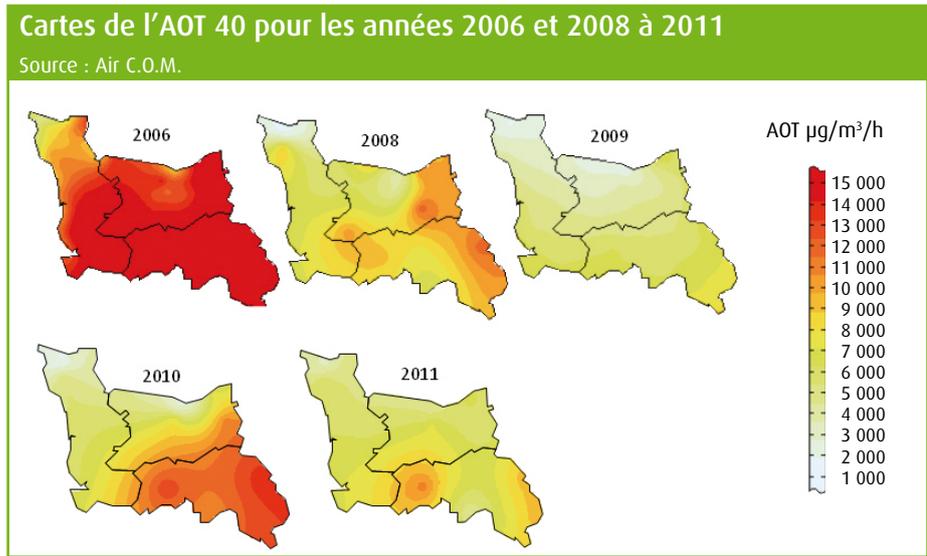
**Seuil de recommandation et d’information :** 180 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire.

**Seuil d’alerte pour la mise en œuvre progressive des mesures d’urgence :**

- 1<sup>er</sup> seuil : 240 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire dépassé pendant 3 heures consécutives ;
- 2<sup>e</sup> seuil : 300 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire dépassé pendant 3 heures consécutives ;
- 3<sup>e</sup> seuil : 360 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire.

## L'exposition de certaines végétations

L'AOT 40, paramètre physique d'exposition de la végétation à l'ozone, exprime un cumul de quantité d'ozone en contact avec les feuilles des plantes, lorsque les stomates des feuilles sont ouverts, c'est-à-dire durant la période diurne. Les stomates sont de petites cavités des feuilles, lieux d'échange entre l'air et l'intérieur de la plante, à l'image, pour les animaux, des alvéoles pulmonaires. **L'ozone a pour propriété de dégrader les stomates, réduisant ainsi la capacité de la feuille à « respirer ».**



**Valeur minimales et maximales de l'AOT 40 pour la Basse-Normandie en  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$**   
Source : Air C.O.M.

	2006	2008	2009	2010	2011	2012	Moyenne 2008 - 2012
Mini	4 571	1 572	1 786	1 792	3 402	2 829	2 252
Maxi	24 952	12 041	8 182	13 944	11 065	8 873	9 677

**L'objectif qualité de  $6\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$  applicable en 2020 est dépassé sur tout ou partie de la région, quelle que soit l'année prise en compte, avec une surface touchée nettement supérieure en 2010 (77 % du territoire) par rapport à 2009 (26,5 % du territoire). Le département bas-normand le plus touché par des fortes valeurs d'AOT est l'Orne.**

Les stomates sont de petites cavités des feuilles, lieux d'échange entre l'air et l'intérieur de la plante, à l'image, pour les animaux, des alvéoles pulmonaires



Séverine Bernard/DREAL BN



## Les effets

### Les effets de l'ozone

#### Sur la santé :

L'ozone est connu pour avoir des **effets importants** sur la santé. C'est un **gaz irritant**. Il pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Il provoque des irritations oculaires, de la toux et des altérations pulmonaires, surtout chez les enfants et les personnes asthmatiques. Les effets sont amplifiés par l'exercice physique et sont variables selon les individus.

#### Sur l'environnement :

L'ozone cause également des **dommages sur la végétation et les récoltes**, entraînant des modifications physiologiques, morphologiques ou de rendement.

Source : Atmo

## Les pesticides

**La France est le troisième plus gros utilisateur européen de pesticides en tonnage.** Sa consommation rapportée au nombre d'hectares cultivés s'élève à 5,4 kg/ha/an (Source : observatoire des pesticides).

**En 2007**, une campagne de mesure d'une durée de quatre mois a eu lieu sur trois sites normands, pendant la période de plus forte utilisation des pesticides. Ces localisations correspondent à différentes situations :

- proximité immédiate de zones de forte utilisation de pesticides (Coutances) ;
- situation à quelques dizaines de kilomètres dans une petite ville (Pirou) ;
- agglomération caennaise, zone la plus peuplée de la région.

Sur ces trois sites, les phases particulières et volatiles des produits phytosanitaires ont été collectées à fin d'analyses.

Les **principaux enseignements de l'étude** sont les suivants :

- 25 molécules issues de pesticides ont été trouvées dans les 51 prélèvements réalisés ;
- l'utilisation de 20 % des molécules détectées est interdite depuis plusieurs années pour des raisons sanitaires (atrazine, lindane, métolachlore, endosulfan et simazine) ;
- 4 autres molécules détectées ont été interdites dans le courant de l'année 2007.

Ces premières études exploratoires ont permis de mettre en évidence la présence de molécules de produits phytosanitaires dans l'air de façon récurrente. La présence de molécules interdites est notamment à mettre en lien avec leur forte rémanence (persistance) dans l'environnement. Certaines concentrations peuvent amener à des consommations hebdomadaires comparables à la consommation d'une eau à la limite de la potabilité.

## Les Composés Organiques Volatils (COV) et les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) représentent une grande famille de polluants contenant plusieurs cycles aromatiques.

Parmi les COV (Composés Organiques Volatils), le benzène est la seule molécule surveillée en Basse-Normandie.

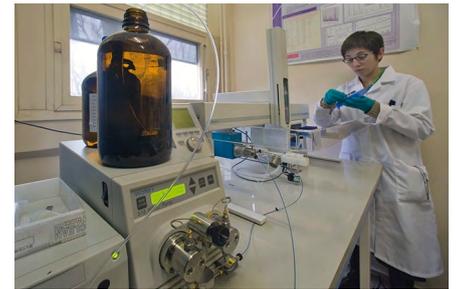
Les émissions de benzène et de HAP proviennent essentiellement du secteur tertiaire, du transport routier (ils entrent dans la composition de certains carburants) et de l'industrie pétrochimique. Les HAP proviennent aussi de la combustion du bois. Ces émissions sont inventoriées et cartographiées.

Pulvérisation de pesticides



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

Laboratoire métrologie du BRGM : analyse des pesticides



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR



## Les effets

### Les effets sur la santé des COV et HAP

**Les effets des COV** sont très variables selon le polluant considéré. Ils sont à l'origine de la formation des photooxydants tels que l'ozone, lui-même responsable de gêne respiratoire chez l'homme. Les **COV** peuvent aussi directement provoquer des **irritations sensorielles** (hydrocarbures et formaldéhydes). Des **manifestations plus sévères** telles que les troubles cardiaques (toluène, chloroforme) et digestifs ou les effets cancérogènes (benzène) et mutagènes, sont liés à des expositions chroniques ou intenses enregistrées dans le passé dans certaines ambiances de travail. Le **benzo(a)pyrène** (HAP) est un agent cancérogène et mutagène reconnu. Sa présence dans les fumées de tabac est une des causes de l'action cancérogène de ces fumées.

Source : Atmo

L'inventaire des émissions de 2010 montre la répartition régionale de ces émissions sur l'ensemble du territoire (source : Air C.O.M.).

L'évolution des concentrations moyennes annuelles en benzène montre une tendance à la baisse en Basse-Normandie depuis 2003. Si les sources d'émissions du benzène sont bien connus, pour les HAP, cette connaissance est partielle et **la prise en compte de la contribution de la combustion du bois est très récente**. Il convient donc d'être prudent sur l'analyse des résultats de mesures (manque de données référence).

Les valeurs limites pour la protection de la santé humaine sont bien respectées sur tous les sites permanents de mesure. Néanmoins le benzène et les HAP sont des polluants à effet cancérigène sans seuil. Ils commencent à agir même à des concentrations très faibles.

Trafic routier dense sur le périphérique de Caen (14)



Valérie Guyot/DREAL BN

Capteur HAP



Air C.O.M.



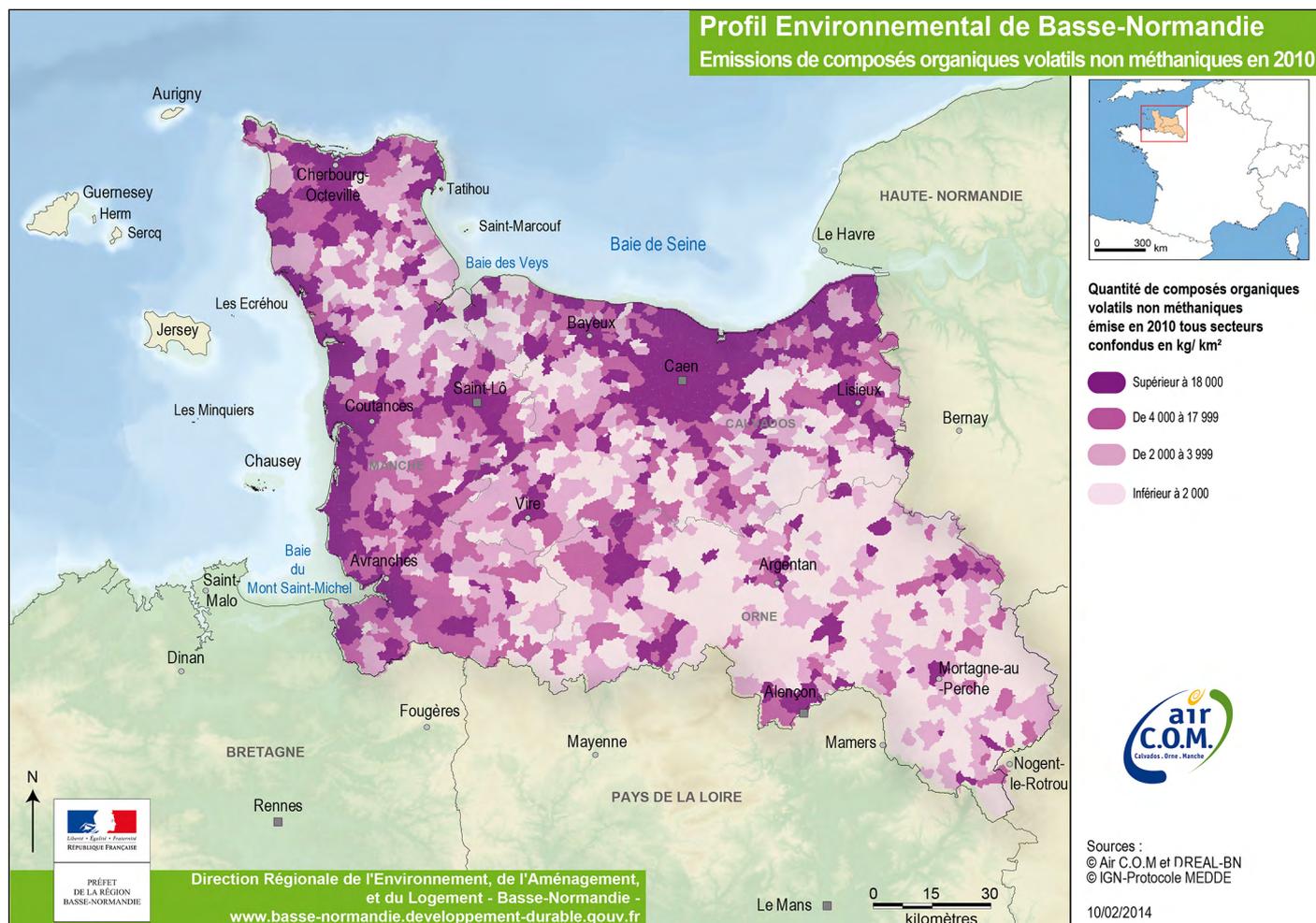
## Repères

### Le benzène

**Valeur limite** pour le benzène :  
5 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle

**Objectif qualité** pour le benzène :  
2 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle

**Valeur limite pour le benzo-a-pyrène**, indicateur des HAP :  
1 ng/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle



## Le monoxyde de carbone : CO

Le monoxyde de carbone provient de la combustion incomplète de composés carbonés (quantité d'oxygène insuffisante pour que la combustion soit complète). C'est un gaz incolore, inodore et sans saveur, donc difficilement décelable. Il forme avec l'air un mélange très toxique.

### Le monoxyde de carbone dans l'air ambiant

Le trafic routier est une source majeure de monoxyde de carbone. Chimiquement, il évolue principalement vers une oxydation rapide en CO<sub>2</sub>, à travers une chaîne réactionnelle générant, en produit secondaire, de l'ozone. Il est surveillé principalement en zones urbaines densément habitées, ou au bord d'axes routiers importants.

Les moyennes annuelles des concentrations dans l'air ambiant sont de faible ampleur et montrent une **tendance générale à la baisse depuis 2001**. Cette diminution est due entre autre à la diésélisation du parc automobile (moins d'émissions de CO) et à l'intégration progressive de véhicules essence équipés de pots catalytiques (diminution considérable des émissions de CO par kilomètre parcouru). Cependant, l'augmentation croissante du parc automobile tend à modérer cette tendance à la baisse.

Ainsi, la **valeur limite pour la santé humaine (10 000 µg/m<sup>3</sup>) est respectée sur l'ensemble des sites de mesure dans la région.**



## Les effets

### Les effets du CO

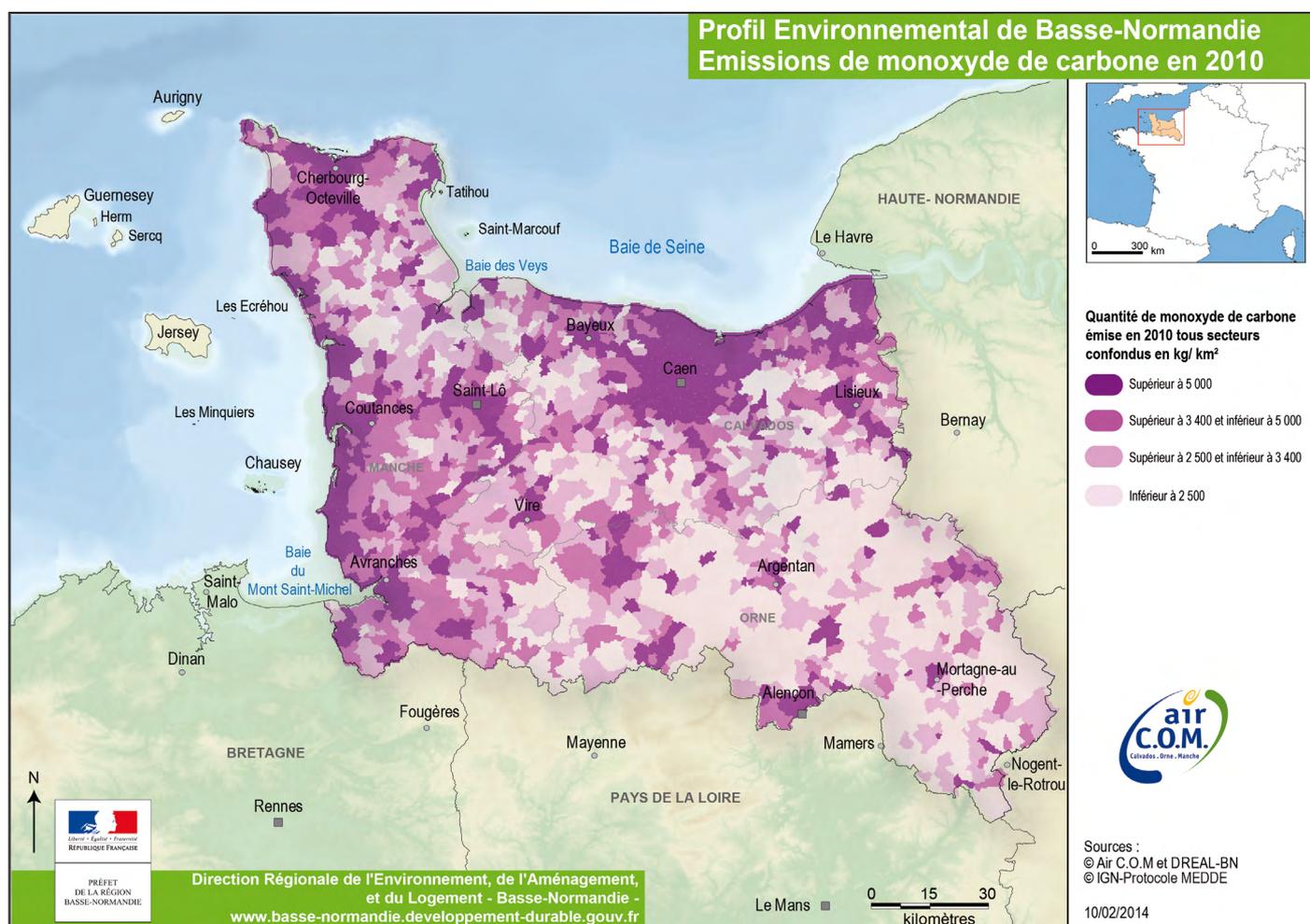
**Sur la santé :** le monoxyde de carbone (CO) se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang, conduisant à un manque d'oxygénation de l'organisme (cœur, cerveau...). Les premiers signes rencontrés sont les maux de tête, les vertiges et les troubles digestifs. Ces symptômes s'aggravent avec l'augmentation de la concentration (nausées, vomissements...) et peuvent, en cas d'exposition prolongée, aller jusqu'au coma et à la mort.

**Sur l'environnement :** le CO participe aux mécanismes de formation de l'ozone au sol. Dans l'atmosphère, il se transforme en CO<sub>2</sub> et contribue à l'effet de serre.

### Les repères

Valeur limite du monoxyde de carbone dans l'air ambiant : 10 mg/m<sup>3</sup> pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures.

Source : Atmo



## Le monoxyde de carbone dans l'air intérieur

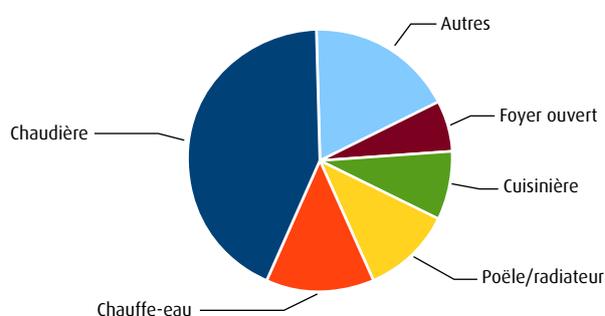
Le monoxyde de carbone est un polluant de l'air intérieur très important. Il s'agit de la première cause de mortalité par intoxication en France. En 2011, 22 intoxications sont survenues de manière accidentelle dans l'habitat en Basse-Normandie.

La principale source d'intoxication demeure la chaudière ou le chauffe-eau dans un local dépourvu d'une bonne aération ou avec une installation présentant un défaut d'évacuation. Une part non négligeable est aussi en lien avec :

- l'utilisation prolongée de chauffage mobile d'appoint ;
- un défaut d'utilisation de groupe électrogène ou brasero/barbecue, placés à tort à l'intérieur du logement (pièces de vie, garage, sous-sol ou cave).

### Répartition des sources d'intoxication au monoxyde de carbone en 2001 en Normandie

Source : CIRE Normandie, d'après les données ARS



## Les métaux lourds

Les métaux lourds ou « métaux toxiques particuliers » sont ainsi désignés lorsqu'ils présentent un caractère toxique pour la santé et l'environnement. Il s'agit notamment du plomb (Pb), du mercure (Hg), de l'arsenic (As), du cadmium (Cd), du nickel (Ni), du zinc (Zn), du manganèse (Mn).

Le plomb a été le premier des métaux lourds à être réglementé. **Les concentrations en plomb enregistrées en Basse-Normandie depuis 2002 respectent largement la norme en vigueur** : elles sont inférieures à  $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une valeur limite fixée à  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le plomb a été interdit dans les peintures, ce qui a permis de réduire les intoxications dans les habitations.

La mesure des métaux lourds est pleinement effective depuis 2004 en Basse-Normandie. Dans la mesure où les substances visées sont des agents cancérogènes sans seuils identifiables, la réglementation vise à appliquer le principe d'une exposition aussi faible que possible à ces polluants. Elle ne fixe pas ainsi de valeurs limites mais des valeurs cibles.

Les niveaux moyens d'arsenic, de cadmium, et de nickel semblent montrer une certaine **stabilité depuis 2004, avec des valeurs bien inférieures aux valeurs cibles**.



## Les effets

### Les effets des métaux lourds

**Sur la santé** : les métaux s'accumulent dans l'organisme et provoquent des effets toxiques à court et/ou à long terme. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, ou autres...

**Sur l'environnement** : les métaux toxiques contaminent les sols et les aliments. Ils s'accumulent dans les organismes vivants et perturbent les équilibres et mécanismes biologiques. Certains lichens ou mousses sont couramment utilisés pour surveiller les métaux dans l'environnement et servent de « bio-indicateurs ».

Source : Atmo



## Repères

**Le plomb (Pb)** est actuellement réglementé

**Objectif de qualité** :  $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle

**Valeur limite** :  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle

**Directive européenne 2004/107/CE du 15 décembre 2004 : valeurs cibles du contenu total de la fraction PM 10**

en moyenne annuelle

Arsenic (As) :  $6 \text{ ng}/\text{m}^3$

Cadmium (Cd) :  $5 \text{ ng}/\text{m}^3$

Nickel (Ni) :  $20 \text{ ng}/\text{m}^3$

## Le dioxyde de soufre : SO<sub>2</sub>

Le dioxyde de soufre est principalement issu de la combustion de matières fossiles (charbon, fioul, gazole...) dans les grandes installations de combustion et de procédés industriels tels que le raffinage. Du fait de leur origine, les niveaux moyens annuels de dioxyde de soufre les plus élevés concernent notamment les zones d'émissions industrielles.

En dehors des secteurs géographiques proches des zones industrialisées (estuaire de la Seine), où des pics de pollution peuvent être constatés, les teneurs de ce polluant sont souvent à la limite des seuils de détection de l'analyseur (seuil à 5 µg/m<sup>3</sup>), comme le montre le suivi des concentrations moyennes annuelles sur la station Chemin vert à Caen (cf. graphique ci-dessous).

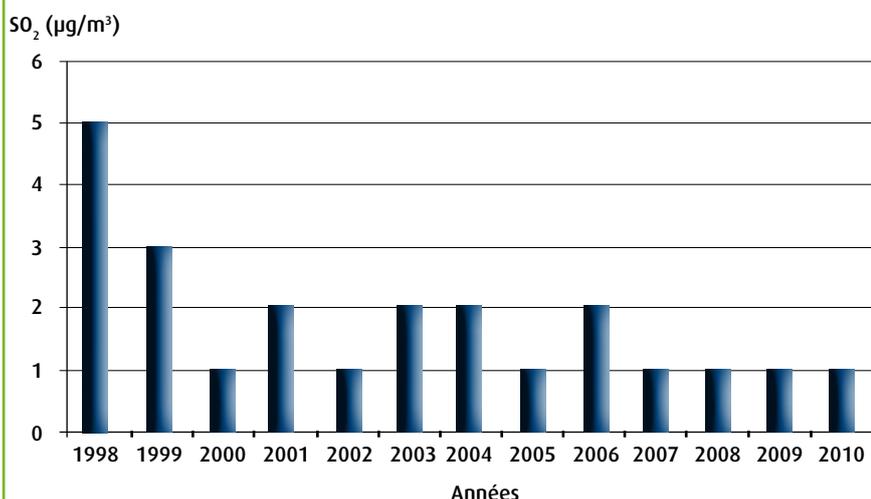
Viaduc de Calix à Caen avec un trafic de 80 000 véhicules / jour



Séverine Bernard/DREAL BN

### Concentration moyenne annuelle en SO<sub>2</sub> à Caen Chemin Vert de 1998 à 2010

Source : Air C.O.M.



## Les effets

### Les effets du SO<sub>2</sub>

**Sur la santé :** le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) est un irritant des muqueuses, de la peau, et des voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire). Il agit en synergie avec d'autres substances, notamment avec les particules fines. Comme tous les polluants, ses effets sont amplifiés par le tabagisme.

**Sur l'environnement :** le SO<sub>2</sub> se transforme en acide sulfurique au contact de l'humidité de l'air et participe au phénomène des pluies acides. Il contribue également à la dégradation de la pierre et des matériaux de nombreux monuments.

Source : Atmo



## Repères

### Repères SO<sub>2</sub>

- Objectif de qualité :** maximum **50 µg/m<sup>3</sup>** en moyenne annuelle
- Seuil de recommandation et d'information : 300 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire
  - Seuil d'alerte : 500 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire dépassé pendant 3 heures consécutives
- Valeurs limites pour la protection de la santé humaine
- 350 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 24h par an.
  - 125 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an

### Valeurs limites pour la protection des écosystèmes

- **20 µg/m<sup>3</sup>** en moyenne annuelle
- **20 µg/m<sup>3</sup>** en moyenne sur la période du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mars

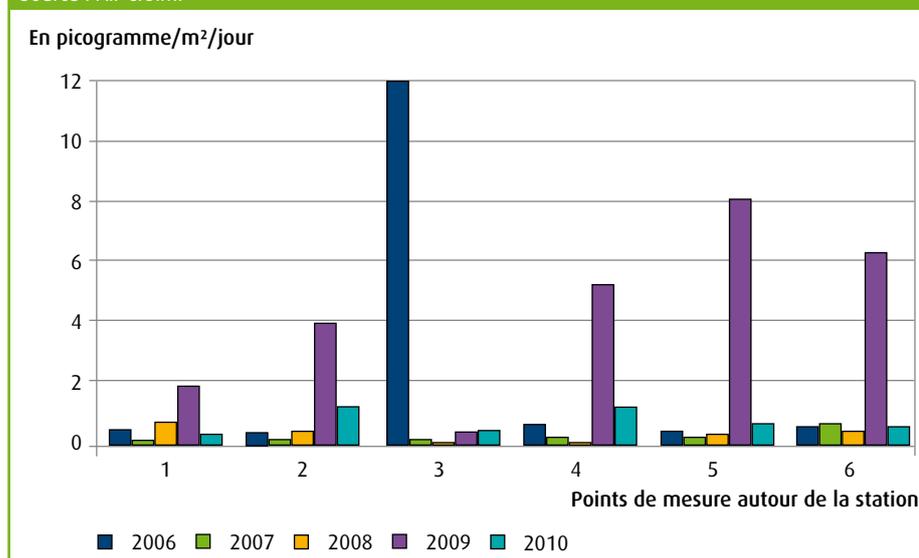
## Les dioxynes et furannes

Il n'existe pas à l'heure actuelle de suivi dans l'environnement par mesure fixe des dioxines et des furannes. Toutefois, l'arrêté du 20 septembre 2002 impose une surveillance environnementale des retombées atmosphériques autour des installations d'incinération.

Des campagnes de mesures ponctuelles sont ainsi régulièrement réalisées par Air C.O.M. afin d'évaluer les retombées dans l'environnement de l'incinérateur d'ordures ménagères du SYVEDAC, depuis 2006. Le graphique suivant montre les dépôts atmosphériques de dioxines et furannes en équivalents toxiques (i-Teq) autour de cette unité industrielle.

### Valeur des dépôts atmosphériques de dioxines et furannes en équivalents toxiques (i-Teq) autour de l'incinérateur du SYVEDAC entre 2006 et 2010

Source : Air C.O.M.



Les dépôts relevés sont considérés comme relativement faibles et correspondent aux dépôts mesurés dans les environnements urbains. Ces valeurs, mesurées sur une durée de huit semaines, ne sont cependant pas représentatives des dépôts annuels de dioxines dans ce secteur géographique.

## Les principaux polluants biologiques

Les sources naturelles d'altération de la qualité de l'air sont principalement les pollens, moisissures et bactéries.

### Les pollens

Les pollens provoquent des perturbations allergiques pour une grande partie de la population. **Plus de 20 % de la population française souffre d'allergie respiratoire.** En Basse-Normandie, 12 % des enfants en sont affectés.

Incinérateur



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

Unité de Valorisation Énergétique des déchets SYVEDAC à Colombelles (14)



Air C.O.M.



## Les moisissures et les bactéries

**Les pollutions aux moisissures et bactéries sont aggravées dans les milieux confinés et sont donc souvent liées à des problématiques d'air intérieur.**

Les atteintes à la santé concernent principalement les voies respiratoires avec le développement de pathologies comme les pneumopathies, l'asthme...

Les **moisissures** sont des champignons microscopiques. Elles ont besoin d'un certain nombre d'éléments favorables pour se développer. Parmi ces facteurs, on peut retenir la présence d'éléments nutritifs (azote et carbone), l'humidité, la température (20-25°C) et l'oxygène.

Les moisissures sont agressives et dégradantes seulement sous leur forme mycélienne c'est-à-dire lorsqu'elles se développent parce que les conditions environnementales leur sont favorables. Sous la forme de spores, elles peuvent se disperser très largement, mais elles sont inertes aussi longtemps que l'environnement ne permet pas leur développement.

Certaines **bactéries** peuvent également constituer une pollution de notre environnement. On peut citer les légionelles qui sont présentes à l'état naturel dans les eaux et les sols et qui se développent dans des conditions favorables : entre 25°C et 45°C, en présence de dépôts de tartre, de résidus métalliques comme le fer ou le zinc et d'autres micro-organismes des milieux aquatiques (amibes). Elles se répandent dans les installations qui leur offrent des conditions favorables dites « à risque » telles que les réseaux d'eau chaude sanitaire, tours aérofrigorifères, bains à remous, balnéothérapies, humidificateurs, fontaines décoratives...

Moisissures sur terreau



Séverine Bernard/DREAL BN

Tour aérofrigorifère



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

## 3 Le bruit

### Des effets sanitaires importants

**Le bruit a d'abord des effets sur l'audition.** Des conséquences allant de la simple fatigue auditive à une surdité sévère sont constatés notamment dans les cas suivants :

- une exposition prolongée à une source sonore élevée (supérieure à 85dB(A)) ;
- une exposition brève à une source sonore très élevée.

**Des effets biologiques extra-auditifs peuvent aussi être constatés.** Une exposition répétée et intense à des nuisances sonores peut induire à long terme un état de fatigue, voire un épuisement qui constitue le signe d'un « stress » pouvant aller jusqu'à une diminution des systèmes de défense. Les nuisances sonores peuvent provoquer des **perturbations du sommeil** (difficultés d'endormissement, éveils...) avec un impact sur le temps total de sommeil. Le bruit peut également avoir des **effets directs ou indirects** (liés aux perturbations du sommeil) **sur le système cardio-vasculaire**. Il s'agit d'effets instantanés tels que :

- l'accélération de la fréquence cardiaque ;
- et, chez les populations soumises de manière chronique à des niveaux sonores élevés, des désordres cardio-vasculaires (hypertension artérielle, troubles cardiaques ischémiques, troubles sur le système endocrinien, sur le système immunitaire ou sur la santé mentale (état anxio-dépressif).

**Le bruit peut aussi générer des effets subjectifs et comportementaux.** La façon dont il est perçu a un caractère relativement subjectif. Ses effets sont à considérer comme des événements de santé à part entière. En effet, la gêne est le principal effet évoqué concernant le bruit mais d'autres sont habituellement décrits comme :

- **les attitudes et le comportement social** (agressivité et troubles du comportement, diminution de la sensibilité et de l'intérêt à l'égard d'autrui) ;
- **la diminution des performances** (dégradation des apprentissages scolaires...);
- **une altération de la communication.**

▲▲  
*Une exposition répétée et intense à des nuisances sonores peut induire à long terme un état de fatigue, voire un épuisement.* ▲▲



Sandrine Hélicher/DREAL BN

## Les nuisances liées aux infrastructures de transport

La législation récente a permis une meilleure prise en compte des nuisances. Depuis la loi n°92-1444 du 31 décembre 1992 dite « Loi bruit », le dispositif juridique s'est étoffé dans une approche qui se veut à la fois préventive et curative. Ainsi, le **classement sonore des infrastructures** de transport permet d'imposer une isolation phonique renforcée aux abords des voies bruyantes, par l'intermédiaire des documents d'urbanisme.

Cette loi prévoit que tout projet neuf, ou de modification significative d'infrastructure, doit intégrer la **protection des riverains vis-à-vis des nuisances sonores** en respectant des seuils fixés par la réglementation. Elle prévoit également la réalisation des **cartes de bruit et des Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE)** afin de :

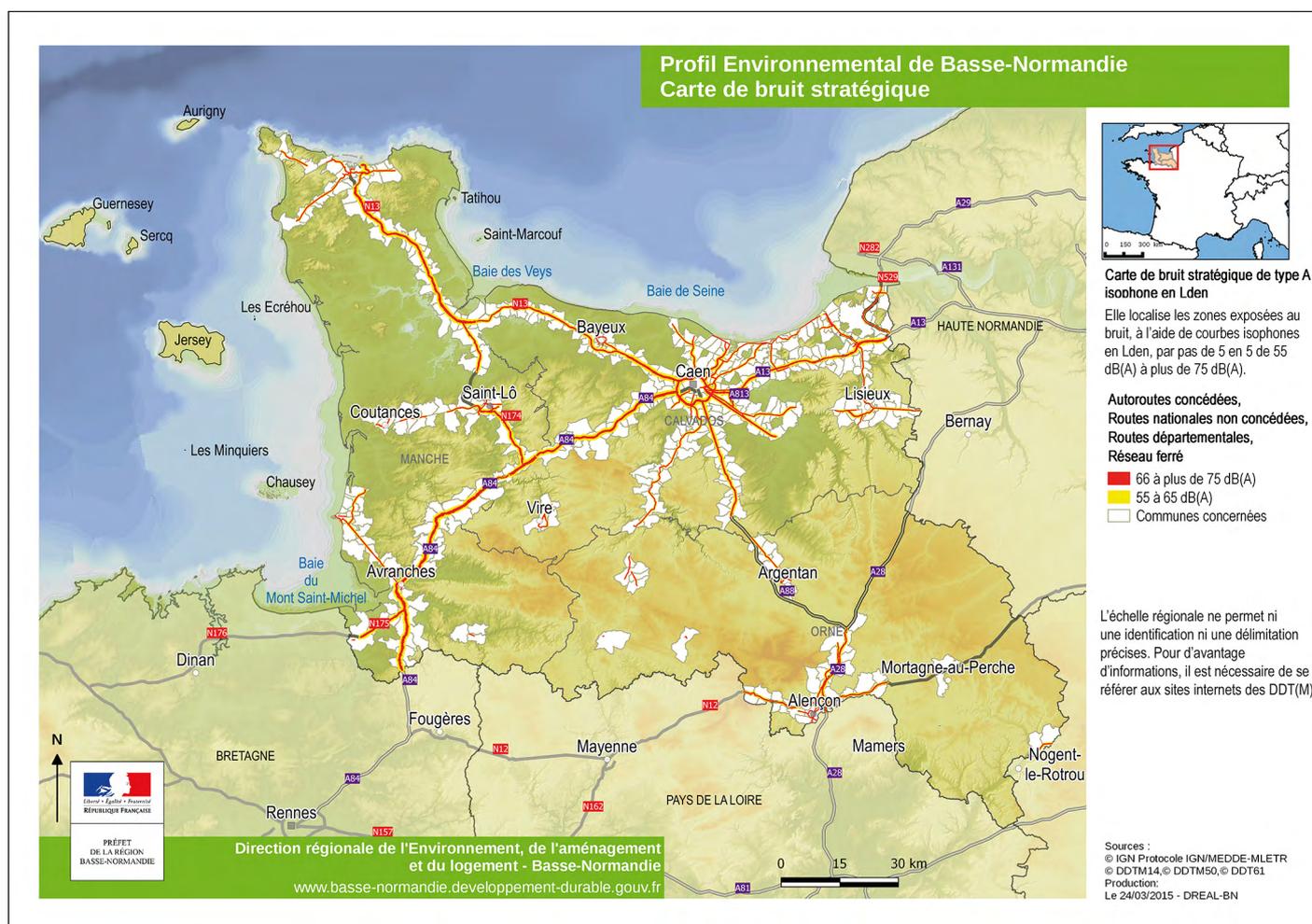
- réduire si nécessaire les niveaux du bruit ;
- prévenir leurs effets ;
- protéger les zones calmes.

**Les classements sonores ont été réalisés en Basse-Normandie.** Ils concernent l'ensemble du réseau routier national, une partie du réseau routier départemental et certaines voies communales des villes les plus importantes (Caen, Cherbourg-Octeville, Alençon, Lisieux, Argentan...).

Mur anti-bruit à Rots (14)



Valérie Guyot/DREAL BN





**L'État a réalisé les cartes de bruit stratégiques.** Ces cartes localisent les zones exposées au bruit à l'aide de courbes isophones. Leur dernière mise à jour date de 2014. 21 000 personnes sont potentiellement exposées aux abords des infrastructures routières de transport à des niveaux sonores de plus de 68dB(A) en moyenne pondérée sur la journée (seuil de définition acoustique d'un point noir bruit). Parmi celles-ci, 5 000 personnes sont potentiellement exposées à des niveaux sonores de plus de 68dB(A) aux abords du réseau routier national.

**Les Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement** sont réalisés par chaque gestionnaire d'infrastructure (État pour le réseau routier national, Conseil départemental pour le réseau routier départemental ou communes pour le réseau routier communal). Quelques-uns ont été approuvés et publiés, d'autres sont en cours de réalisation ou de validation.

Des opérations de résorption des nuisances sonores aux abords du réseau routier national ont été réalisées ces dernières années :

**Des écrans acoustiques ont été réalisés :**

- 2 700 m d'écrans en 2010, le long des 10 km de route nouvelle à 2x2 voies entre Hauterive et Le Mêle-sur-Sarthe (RN12) ;
- 650 m d'écrans en 2013, le long de la déviation de Loucelles qui a permis par ailleurs de résorber une douzaine de points noirs bruits ;
- 500 m d'écrans en 2013, le long de la déviation Nord Ouest d'Alençon lors de son élargissement à 2x2 voies ;
- 700 m d'écrans en 2012, le long de la RN13 sur la commune de Rots ;
- 400 m d'écrans en 2014, le long de la RN158 sur la commune de Rocquancourt (hameau de Lorguichon).

Réalisation des Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE) en Basse-Normandie (avancement au 30 avril 2015)		
Réseau Routier National dans la Manche		
Réseau Routier National dans l'Orne	NC	
Réseau Routier Départemental dans le Calvados		
Réseau Routier Départemental dans la Manche		
Réseau Routier Départemental dans l'Orne	NC	
Réseau Routier Communal dans le Calvados		
Caen		
Lisieux	NC	
Ifs	NC	
Bretteville-sur-Odon	NC	
Hérouville-Saint-Clair	NC	
Réseau Routier Communal dans la Manche		
Communauté urbaine de Cherbourg		
Saint-Lô	NC	
Granville	NC	
Agglomération		
Caen-la-Mer	NC	

réalisé

non réalisé

**Cartes de bruit et Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement**

Directive européenne n° 2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement et textes de transposition en droit français

Les gestionnaires d'infrastructures dont le trafic dépasse 3 millions de véhicules ou 30 000 passages de trains par an doivent réaliser des cartes de bruit qui permettent d'évaluer les niveaux sonores. Les agglomérations de plus de 100 000 habitants doivent également réaliser ces cartes de bruit en incluant également les nuisances sonores liées :

- aux infrastructures de transport aérien ;
- et aux installations classées pour la protection de l'environnement.

À partir de ces cartographies, sont établis des Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement qui doivent « *comporter une évaluation du nombre de personnes exposées à un niveau de bruit excessif et identifier les sources des bruits dont les niveaux devraient être réduits* ».

Ces plans « *recensent les mesures prévues par les autorités compétentes pour traiter les situations identifiées par les cartes de bruit et notamment lorsque des valeurs limites (...) sont dépassées ou risquent de l'être* ».

PPBE1 : trafic de plus de 6 millions de véhicules ou 60 000 passages de train ou agglomérations de plus de 250 000 habitants

PPBE2 : trafic de plus de 3 millions de véhicules ou 30 000 passages de train ou agglomérations de plus de 100 000 habitants

## Des isolations de façades dans le cadre de la résorption des points noirs bruit ont été financées :

- le long de la RN12 dans l'Orne en 2013 et 2014 ;
- le long de la RN814 et de la RN158 dans le Calvados en 2012 et 2013 ;
- le long de la RN13 et de la RN175 dans la Manche en 2014 et 2015.

### Classement sonore des voies routières

#### Article L571-10 du Code de l'environnement et textes d'application

À partir des caractéristiques sonores et du trafic de ces infrastructures, le classement en cinq catégories permet d'imposer pour toute nouvelle construction, la mise en œuvre de prescriptions techniques visant à limiter les niveaux sonores à l'intérieur du bâtiment. Les secteurs ainsi déterminés et les prescriptions qui s'y appliquent sont reportés dans les documents d'urbanisme des communes concernées.

Champ d'application :

- voies routières dont le trafic journalier moyen annuel existant ou prévu est supérieur à 5 000 véhicules par jour ;
- lignes ferroviaires interurbaines assurant un trafic journalier moyen supérieur à cinquante trains ;
- lignes en site propre de transports en commun dont le trafic journalier moyen est supérieur à 100 passages par jour.



## Textes

### Prise en compte du bruit dans tout projet neuf d'infrastructure

Article L571-9 du code de l'environnement et textes d'application

Lors de la construction ou la modification significative des infrastructures de transport terrestre, la prise en compte des nuisances sonores qu'elles généreront est obligatoire. L'infrastructure doit alors intégrer les mesures (écran ou merlon acoustique, revêtement de chaussée spécifique, isolation des bâtiments riverains) nécessaires pour supprimer ou réduire les conséquences dommageables des nuisances sonores.

### Profil Environnemental de Basse-Normandie Classement sonore des infrastructures terrestres



## 4 Les champs électromagnétiques

Le développement des nouvelles technologies fonctionnant par ondes électromagnétiques de la gamme de fréquences 9 kHz -300 GHz (radiofréquences) s'est largement amplifié depuis la fin des années 1990 : téléphonie sans fil, fonctionnalités Bluetooth, Wi-Fi, 4G...

**Ces nouvelles sources de champs électromagnétiques sont venues s'ajouter aux émissions anthropiques préexistantes** de fréquences (radiophonie, radars, systèmes de télédétection, télécommandes, faisceaux hertziens, ouvrages électriques...) et aux **sources naturelles** (champ magnétique terrestre, émissions atmosphériques notamment en période d'orages).

### Valeurs limites réglementaires d'exposition en vigueur - en volts/mètre

Source : Ministère de l'Écologie

Radio	Télévision	Mobile	Téléphone sans fil	Wi-Fi Micro-ondes	Ampoules fluocompactes
28	de 31 à 41	de 39 à 61	59	61	87

Parmi toutes ces émissions, celles générées par la téléphonie mobile et par les lignes de transport électriques font partie des préoccupations publiques depuis plusieurs années quant à leurs éventuels impacts sanitaires.

L'Organisation Mondiale de la Santé reconnaît comme maladie l'hypersensibilité électromagnétique qui affecte certaines populations exposées.

Les champs électriques et magnétiques générés par les lignes de transport de l'électricité appartiennent au domaine des très basses fréquences car ils sont émis à une fréquence de 50 Hz.

Pylône RTE



Séverine Bernard/DREAL BN



### Repères

Un **champ électromagnétique** est caractérisé par **sa fréquence** ou encore la **longueur d'onde** du rayonnement qui lui est associé. La fréquence traduit simplement le nombre d'oscillations ou de cycles par seconde, tandis que la longueur d'onde est la distance entre un point d'une onde et son homologue sur l'onde suivante. Fréquence et longueur d'onde sont donc totalement indissociables : plus la fréquence est élevée plus la longueur d'onde est courte.



### Repères

Un dispositif visant à renforcer la transparence et l'indépendance de mesures d'exposition aux radiofréquences a été mis en place à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2014. Les communes pourront recevoir de leurs administrés des demandes de mesures *via* un formulaire spécifique téléchargeable notamment sur [service-public.fr](http://service-public.fr). Une fois ce formulaire rempli par le particulier, il est signé par la commune puis envoyé à l'Agence nationale des fréquences. Les communes peuvent également solliciter directement des mesures auprès de l'ANFR pour leur propre compte. Les résultats seront communiqués aux intéressés et mis à disposition de tous sur le site internet [www.cartoradio.fr](http://www.cartoradio.fr)

Les effets sur la santé humaine des champs électromagnétiques extrêmement basse fréquence ont été examinés par l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES). Dans son avis du 29 mars 2010, l'Agence considère que les effets à court terme sont connus et que les valeurs limites réglementaires d'exposition du grand public (100 micro-Teslas pour le champ magnétique et 5 000 volts par mètre pour le champ électrique), aujourd'hui respectées, permettent de s'en protéger.

Ces valeurs limites fixées par la réglementation française reprennent la recommandation de la Commission internationale de protection contre les rayonnements non-ionisants (ICNIRP). L'OMS, qui ne remet pas en cause ces valeurs, recommande pour les nouvelles installations de réduire autant que possible les niveaux d'exposition.

Le 15 octobre 2013, l'ANSES a formulé des recommandations pour **limiter l'exposition des populations aux radiofréquences**.

**Ainsi, pour limiter les expositions aux radiofréquences, l'Agence recommande notamment :**

- pour les adultes utilisateurs intensifs de téléphone mobile (en mode conversation) : de recourir au kit main-libre et de façon plus générale, pour tous les utilisateurs, de privilégier l'acquisition de téléphones affichant les débits d'absorption spécifique les plus faibles ;
- de réduire l'exposition des enfants en incitant à un usage modéré du téléphone mobile ;
- de poursuivre l'amélioration de la caractérisation de l'exposition du public dans les environnements extérieurs et intérieurs par la mise en œuvre de campagnes de mesure ;
- que le développement des nouvelles infrastructures de réseaux de téléphonie mobile fassent l'objet d'études préalables en matière de caractérisation des expositions et que les conséquences d'une éventuelle multiplication du nombre d'antennes-relais dans le but de réduire les niveaux d'exposition environnementaux fassent l'objet d'un examen approfondi ;
- de documenter les situations des installations existantes conduisant aux expositions les plus fortes du public et d'étudier dans quelle mesure ces expositions peuvent être techniquement réduites ;
- que tous les dispositifs courants émetteurs de champs électromagnétiques destinés à être utilisés près du corps fassent l'objet de l'affichage du niveau d'exposition maximal engendré, comme cela est déjà le cas pour les téléphones portables.



## Les effets

### Les effets sur la santé

Les effets des **champs électromagnétiques** sur l'organisme humain dépendent non seulement de leur intensité, mais encore de leur fréquence et de leur énergie. Le courant électrique fourni par le secteur ainsi que tous les appareils électriques qu'il alimente sont les principales sources de champs de fréquence extrêmement basse (< 300 Hz), les champs de fréquence moyenne (300 Hz à 10 MHz) étant essentiellement produits par les écrans d'ordinateur, les dispositifs antivols et autres systèmes de sécurité. Les champs de radiofréquence (10 MHz à 300 GHz) ont pour principale origine les antennes de radio, de télévision, de radar et de téléphones portables ou encore les fours à micro-ondes. Ces champs donnent naissance, dans l'organisme, à des courants induits, qui, si leur intensité est suffisante, sont capables de produire toute une gamme d'effets, tels qu'hyperthermie ou choc électrique, en fonction de leur amplitude et de leur fréquence.

Le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC) de l'OMS a classé les champs électromagnétiques de radiofréquences comme peut-être cancérogènes pour l'homme (Groupe « 2B »), sur la base d'un risque accru de gliome, un type de cancer malin du cerveau, associé à l'utilisation du téléphone sans fil.

Source : Organisation Mondiale de la Santé

En 2012, le réseau électrique bas-normand compte :

- environ 560 km de lignes aériennes à 400 000 volts (THT) ;
- environ 510 km de lignes à 225 000 volts ;
- environ 1 500 km de lignes à 90 000 volts ;
- plus de 35 000 km de lignes de tensions inférieures.

**L'Agence Nationale des Fréquences (ANFR) recense 1 675 supports de stations radioélectriques (antennes de radiotéléphonie, radiodiffusion ou autres) pour la région. Celles-ci sont cartographiées sur le site [www.cartoradio.fr](http://www.cartoradio.fr).**

Antenne de radiotéléphonie



Séverine Bernard/DREAL BN

Pylônes du poste électrique de Taute (50)



Valérie Guyot/DREAL BN



## Repères

Par **instruction du 15 avril 2013 relative à l'urbanisme à proximité des lignes de transport d'électricité**, des préconisations ont été établies pour l'implantation de nouveaux établissements dans les zones à proximité d'ouvrages THT, HT...

Ainsi, au vu des éléments disponibles sur l'évaluation des risques, **il est recommandé de ne pas autoriser l'implantation de nouveaux établissements sensibles** (hôpitaux, maternités, établissements accueillant des enfants tels que crèches, maternelles, écoles primaires...) **dans les zones qui sont exposées à un champ magnétique de plus de 1  $\mu$ T.**

## 5 La radioactivité

L'exploitation globale de la population à la radioactivité provient de sources naturelles et artificielles (cf. « Quelques fondamentaux »).

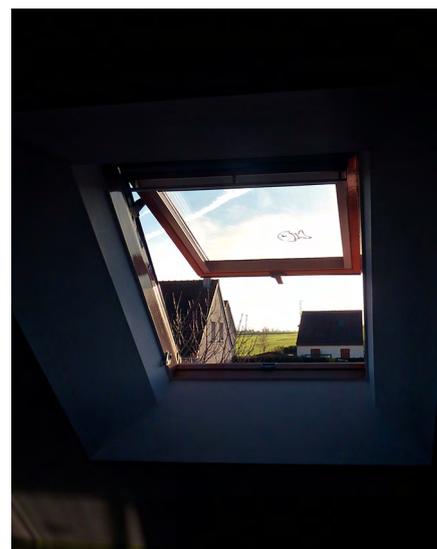
### La pollution radioactive naturelle

#### Le rayonnement lié au radon

La **radioactivité naturelle de l'air provient majoritairement du radon**, gaz radioactif qui provient de la désintégration de l'uranium et du radium présents dans la croûte terrestre. Cette composante, qui contribue le plus à l'exposition naturelle, est très variable (cf. partie pollutions chroniques). Elle dépend de la richesse du sol en uranium et radium, de la porosité du sol, des matériaux de construction et de la ventilation de l'habitat qui concentre par confinement la diffusion de ce gaz.

**Les voies d'infiltration du radon dans une maison sont multiples.** La principale voie est le sol sur lequel le bâtiment est construit. Le radon s'accumule de préférence dans des endroits clos et peu ventilés comme les caves et les vides sanitaires dans les maisons modernes. L'eau ayant séjourné dans des nappes souterraines est une voie de transfert secondaire (cette eau restitue une partie du radon dissous).

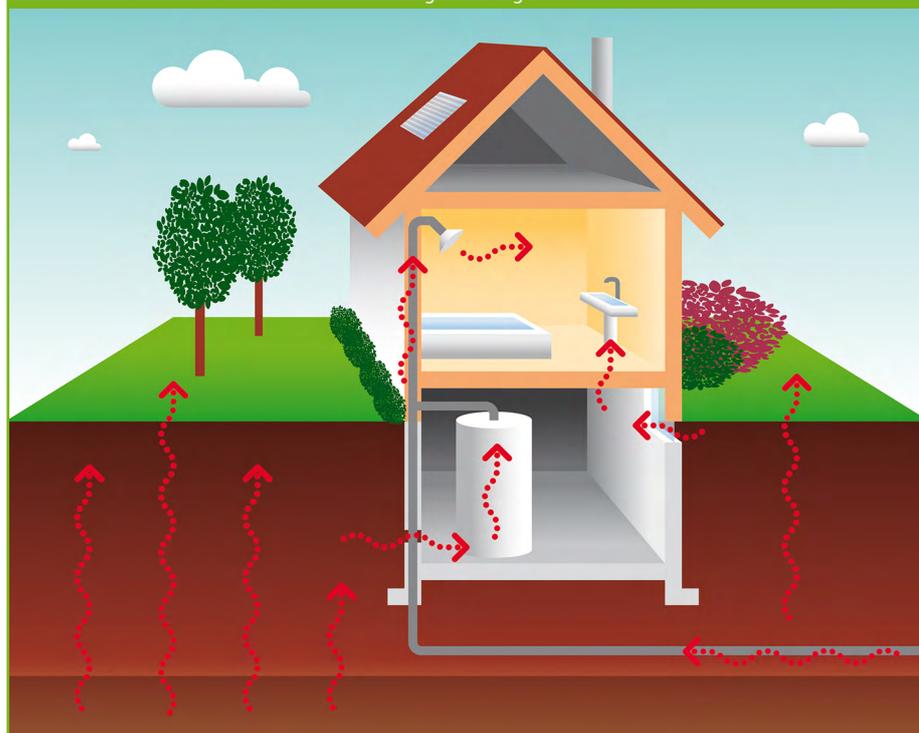
Les moyens pour diminuer les concentrations élevées de polluants intérieurs sont simples : aérer et ventiler les maisons...



Séverine Bernard/DREAL BN

#### Modalités d'infiltration du radon dans une habitation

Réalisation : DREAL de Basse-Normandie et Agence Bingo



... les sous-sols et les vides sanitaires, améliorer l'étanchéité des planchers.



Valérie Guyot/DREAL BN

Plus une ventilation est forte et efficace, moins il y a de risques d'avoir de grandes concentrations de radon dans l'habitation. Les moyens pour diminuer les concentrations élevées sont simples : aérer et ventiler les maisons, les sous-sols et les vides sanitaires, améliorer l'étanchéité des murs et des planchers.

La campagne de mesures, organisée de 1982 à 2003 par le ministère de la Santé et l'IRSN sur plus de 10 000 bâtiments répartis sur le territoire métropolitain, a permis d'estimer la concentration moyenne en radon dans les habitations.

**Elle est de 90 Bq/m<sup>3</sup> pour l'ensemble de la France avec des disparités importantes d'un département à l'autre et, au sein d'un département, d'un bâtiment à un autre.** La moyenne s'élève ainsi à 24 Bq/m<sup>3</sup> seulement à Paris mais à 264 Bq/m<sup>3</sup> en Lozère.

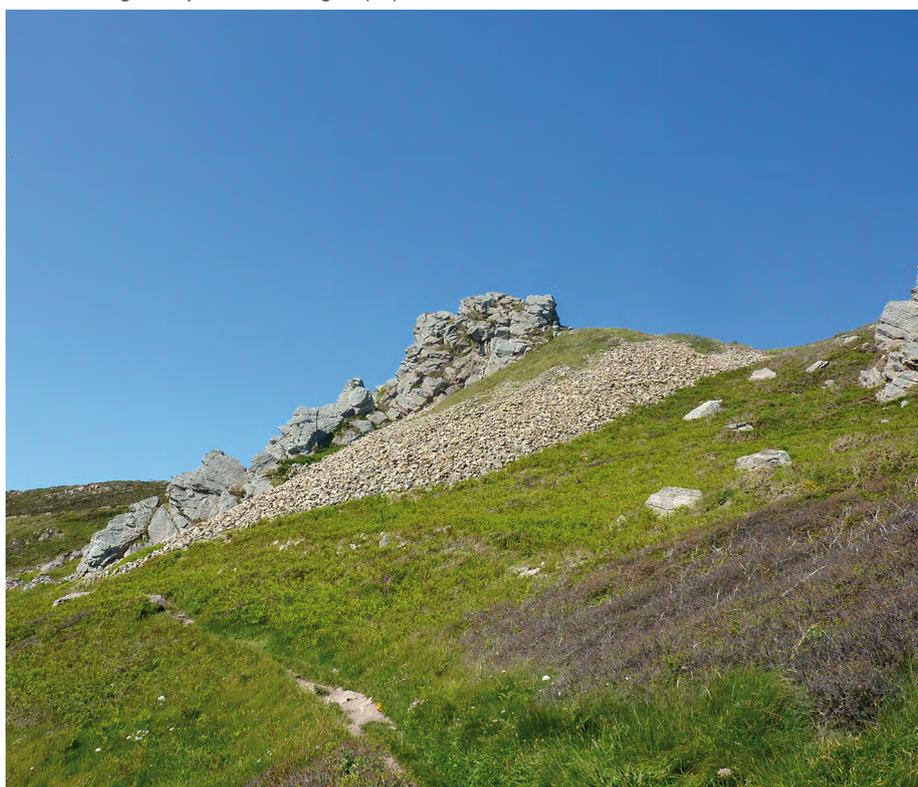
Les zones les plus concernées correspondent aux **formations géologiques naturellement les plus riches en uranium**. Elles sont localisées sur les grands massifs granitiques (Massif armoricain, Massif central, Corse, Vosges...) ainsi que sur certains grès et schistes noirs. À partir de la connaissance de la géologie de la France, l'IRSN a établi une carte du potentiel radon des sols. Elle permet de déterminer les communes sur lesquelles la présence de radon à des concentrations élevées dans les bâtiments est la plus probable.

Cette cartographie conduit à classer les communes en 3 catégories :

- potentiel faible ;
- potentiel moyen ou élevé ;
- potentiel faible mais sur lesquelles des facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments.

Elle est consultable sur le site internet de l'IRSN : [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

Pointement granitique dans La Hague (50)



Séverine Bernard/DREAL BN



## Repères

Carte du potentiel radon des formations géologiques, version 2010

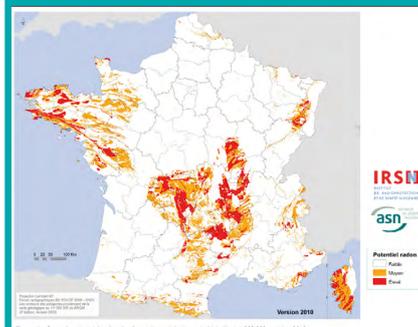


Figure 1 : Carte du potentiel radon des formations géologiques à l'échelle 1:1 000 000, version 2010

Site internet de l'IRSN : [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)



## Les effets

À long terme, l'inhalation de radon conduit à **augmenter le risque de développer un cancer du poumon**. Cette augmentation est proportionnelle à l'exposition cumulée tout au long de sa vie. **Pour un lieu donné, l'exposition reçue dépend à la fois de la concentration en radon et du temps passé.** Estimer le risque auquel on est soumis dans son habitation nécessite ainsi de connaître les concentrations en radon dans les pièces dans lesquelles vous séjournez le plus longtemps.

Pour une même exposition au radon, le risque de développer un cancer du poumon est nettement plus élevé pour un fumeur que pour un non-fumeur : environ 20 fois plus à exposition au radon égale. La seule manière de connaître la concentration en radon dans son habitation est d'effectuer des mesures à l'aide de détecteurs (dosimètres radon).

Source : IRSN

## Le rayonnement gamma ( $\gamma$ )

Mesurer le rayonnement gamma dans l'environnement permet d'estimer la contribution de la radioactivité naturelle à l'exposition globale des populations, le radon mis à part. En effet, les principaux éléments radioactifs présents naturellement dans la croûte terrestre sont le thorium 232, l'uranium 235 et l'uranium 238, qui sont chacun des émetteurs de rayonnements gamma. Ces éléments datent de la création de la Terre et sont toujours actifs du fait de leur période de demi-vie très longue.

Ainsi, la contribution du rayonnement tellurique à la radioactivité naturelle peut varier d'une région à une autre, selon la composition des sols.

Les valeurs de débit de dose gamma ambiant moyen en France enregistrées au cours de l'année 2009 sont du même ordre de grandeur que celles mesurées les années précédentes. La moyenne annuelle en Basse-Normandie est comparable à celle observée en moyenne sur le territoire national. Elle varie entre 0,3 mSv/an et 1 mSv/an.

## Les rayonnements ionisants d'origine artificielle

### Les installations nucléaires

La Basse-Normandie se distingue par la présence sur son territoire de **plusieurs installations nucléaires de base (INB) situées dans le Nord Cotentin et à Caen**. Il s'agit :

- du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Flamanville, avec deux réacteurs en exploitation et un troisième réacteur, de type EPR, en construction ;
- du centre de retraitement des combustibles usés de La Hague, qui compte sept installations nucléaires de base, dont quatre sont mises en attente ou en cours de démantèlement ;
- du centre de stockage de déchets de faible et moyenne activité à vie courte de la Manche, premier de ce type en France. Il a reçu son dernier colis en 1994 et est maintenant en phase de surveillance ;
- du Grand Accélérateur National d'Ions Lourds (GANIL) à Caen, en activité depuis 1982.

A ces installations s'ajoutent les **centres médicaux équipés d'installations d'application médicale du nucléaire**, tels que la scintigraphie, la radiothérapie, la radiologie ou encore la curiethérapie... Les rayonnements ionisants sont aussi utilisés dans l'industrie « classique », entre autres pour la stérilisation (d'outils médicaux et d'aliments), le contrôle de la qualité des produits (défauts, usure...) ou le contrôle de paramètres (poussières, niveaux, humidité...).

Enfin, le port militaire de Cherbourg est classé en tant qu'installation nucléaire de base secrète.

### ?

## Définition

#### Période de demi-vie

La période de demi-vie est le temps nécessaire pour que la quantité d'atomes d'un élément ait diminué de moitié par désintégration spontanée. Elle varie d'un élément à un autre. Par exemple, elle est de 3,8 jours pour le radon, et de 4,5 milliards d'années pour l'uranium 238.

Balise TELERAY pour mesurer le rayonnement gamma



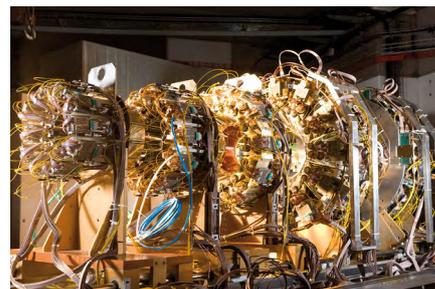
Arnaud Bouissou/MEDDE-MLETR

Usine de traitement du combustible Areva à La Hague



Arnaud Bouissou/MEDDE-MLETR

GANIL : vue d'ensemble du multidétecteur INDRA



GANIL

Les émissions polluantes de ces installations sont réglementées : pour chaque émetteur radioactif, des valeurs limites sont imposées. Ces valeurs et les rejets des installations sont publiés au travers d'un rapport annuel sur la sûreté nucléaire et la radioprotection des installations. L'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) est informée en cas de dépassement de limites. En cas de dépassement notable, une information du public est réalisée.

Du fait de leurs activités, ces installations génèrent aussi des rejets chimiques. La composition générale des rejets est précisée ci-dessous.

## Les rejets

Les rejets gazeux radioactifs de la centrale nucléaire de Flamanville et de l'usine de La Hague en 2012, exprimés en GBq, sont présentés ci-dessous. Le centre de stockage de la Manche et le GANIL ne rejettent pas d'effluents gazeux. **Les quantités émises sont globalement en augmentation au cours de ces trois années.** Cela s'explique, pour l'usine de La Hague, par une augmentation du tonnage de combustible usé traité, notamment pour l'année 2010, et par le changement des caractéristiques de ce combustible.

Les rejets en 2010 sont restés en deçà des limites prescrites par les autorisations de rejets. En cas de dépassement de limites, l'ASN doit prendre les mesures adaptées à chaque situation. Des mesures de coercition peuvent être prises, allant jusqu'à la suspension, temporaire ou définitive, de l'activité.

### Rejets gazeux de la centrale nucléaire de Flamanville en GBq/an

Source : EDF

Radioéléments	Rejets 2012	Valeurs limites autorisées
Gaz rares	1 160	25 000
Tritium	1 251	8 000
Carbone 14	409	1 400
Iodes	0,0405	0,8
Autres émetteurs bêta et gamma	0,00466	0,1

### Rejets gazeux de l'usine de La Hague en GBq/an

Source : AREVA

Radioéléments	Rejets 2012	Valeurs limites autorisées
Gaz rares	216 000 000	470 000 000
Tritium	55 000	150 000
Carbone 14	16 300	28 000
Iodes	4,95	18
Autres émetteurs bêta et gamma	0,091	1
Émetteurs alpha	0,0017	0,01

### Comparaison sur trois ans des rejets de La Hague en GBq/an

Source : AREVA

Radioéléments	2010	2011	2012
Gaz rares	226 000 000	192 000 000	216 000 000
Tritium	56 800	50 000	55 000
Carbone 14	16 000	14 500	16 300
Iodes	4,95	4,9	4,95
Autres émetteurs bêta et gamma	0,114	0,097	0,091
Emetteurs alpha	0,0019	0,0018	0,0017
Tonnes de combustible usé traité	1 049	929	1 023

EPR en construction à Flamanville (50)



ASN

Centrale nucléaire de Flamanville (50)



ASN

Centre de traitement des déchets nucléaires



Arnaud Bouissou/MEDDE-MLETR

## L'exposition des populations

Pour estimer l'impact maximal de leur installation, les exploitants se basent sur un **groupe de population de référence**, constitué d'une ou plusieurs personnes, les plus exposées aux rejets du site. Chaque groupe de référence est spécifique à l'installation nucléaire de base, selon ses effluents et la manière dont ils sont rejetés.

Ainsi, pour le Centre nucléaire de production d'électricité de Flamanville, le groupe de référence est composé des habitants du hameau le plus proche du site et exposé aux vents dominants (La Berquerie).

Pour l'établissement de La Hague, il existe deux groupes de référence :

- pour les effluents liquides, il s'agit d'un groupe de pêcheurs vivant à Goury, en bord de mer à 7 km du point de rejet, exerçant son activité professionnelle dans la zone proche ;
- pour les effluents gazeux, il s'agit d'un groupe d'agriculteurs habitant en zone proche et soumis fréquemment aux vents dominants.

Dans tous les cas, il est supposé que les groupes de référence résident à l'année et consomment exclusivement des produits locaux.

Pour mesurer cet impact, des hypothèses ont aussi été faites sur l'activité du site, ainsi que sur la dispersion des radioéléments dans l'eau, l'air, le sol, la faune et la flore. Ceci permet d'estimer les voies de transfert possibles entre le site et les hommes, puis de calculer les expositions internes (par ingestion ou inhalation) et externes (à travers des particules contaminées déposées) et ainsi d'obtenir l'impact dosimétrique du site sur les groupes de référence.

Ce calcul étant fait avec des hypothèses pénalisantes, l'impact sur les groupes de référence est en principe supérieur à celui réellement reçu par les personnes résidant au voisinage des installations.

**Le code de la santé publique définit une dose maximale admissible pour le public de 1 mSv/an. L'impact radiologique estimé par la méthode mentionnée précédemment reste très inférieur à cette limite annuelle** (Source : Autorité de sûreté nucléaire).

### Estimation des doses de radioactivité reçues par les groupes de référence

Source : ASN

Exploitant/Site	Estimation des doses reçues, en mSv						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
AREVA/La Hague	0,01	0,01	0,01	0,01	0,008	0,02	0,02
EDF/Flamanville	0,003	0,0009	0,001	0,001	0,0007	0,0008	0,0005
GANIL/Caen	0,003	0,002	0,002	0,006	0,009	0,003	0,003
ANDRA/Manche	0,0009	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007		



## Les effets

### L'impact de la radioactivité sur la santé (Source : ASN)

Quelle que soit l'origine de la radioactivité, naturelle ou artificielle, celle-ci elle est susceptible d'avoir un effet sur la santé, selon son niveau. Il existe deux types d'effets biologiques.

**Les effets immédiats** : une forte irradiation par des rayonnements ionisants provoque des effets immédiats sur les organismes vivants comme, par exemple, des brûlures plus ou moins importantes. Le délai d'apparition des symptômes varie de quelques heures (nausées, radiodermites) à plusieurs mois selon la dose reçue et l'organe touché. Des effets secondaires peuvent même être observés des années après une irradiation (fibroses, cataracte).

**Les effets à long terme** : les expositions à des doses plus ou moins élevées de rayonnements ionisants peuvent avoir des effets à long terme sous la forme de cancers et de leucémies. La probabilité d'apparition de l'effet augmente avec la dose. Le délai d'apparition après l'exposition est de plusieurs années.

Une pathologie radioinduite n'a pas de signature particulière : il n'existe pas de marqueur biologique permettant de différencier, par exemple, un cancer pulmonaire dû au tabac, d'un cancer pulmonaire radioinduit.

**Il existe une relation entre l'exposition aux rayonnements ionisants et l'excès de cancers**, mais elle n'a pas été démontrée pour des doses inférieures à 100 mSv. Les pouvoirs publics retiennent, par principe de précaution, une relation linéaire : à titre d'exemple une exposition à une dose de 1 mSv conduira à une probabilité 100 fois moins élevée de développer un cancer qu'une exposition à une dose de 100 mSv.

## 4. Les risques d'accident

Certaines installations humaines peuvent générer des accidents liés à la nature de leur activité.

Les accidents industriels peuvent notamment provoquer la diffusion de substances chimiques toxiques et radioactives qui se retrouvent ensuite dans les différentes composantes de l'environnement.

La réglementation a pour objectif de limiter ses risques.

### À découvrir dans ce chapitre

- ▶ Les risques de forte émanation de substances chimiques toxiques
- ▶ Les risques de forte émanation de substances radioactives

### 1 Les fortes émanations de substances chimiques toxiques

#### Les risques industriels

Les installations classées pour la protection de l'environnement (cf. les pollutions chroniques) soumises au régime d'autorisation doivent également intégrer une **étude de dangers**.

L'étude de dangers, clé de voûte de la démarche sécurité, est réalisée par l'industriel sous sa responsabilité et sous le contrôle de l'inspection des installations classées. Elle s'articule autour :

- du recensement des phénomènes dangereux possibles ;
- de l'évaluation de leurs conséquences ;
- de leur probabilité d'occurrence et leur cinétique ;
- ainsi que de leur prévention et des moyens de secours.

L'étude de dangers doit comporter :

- une description des installations, de leur environnement et des produits utilisés ;
- l'identification des sources de risques internes (organisation du personnel, processus...) et externes (séismes, foudre, effets dominos...)
- la justification des moyens prévus pour en limiter la probabilité et les effets, notamment en proposant des mesures concrètes en vue d'améliorer la sûreté.

**L'étude de dangers doit engager l'exploitant à réduire les risques à la source.** Elle comporte une description de l'ensemble des phénomènes dangereux susceptibles de se produire et donne une évaluation des zones risquant d'être affectées en cas d'accident. Elle indique également la probabilité d'occurrence et la gravité liées aux phénomènes dangereux identifiés, malgré les moyens de prévention mis en place, même si leur probabilité est très faible. Elle doit enfin comporter une description des moyens de secours publics ou privés disponibles en cas d'accident. Le code de l'Environnement met l'accent sur la nécessaire proportionnalité à introduire dans l'étude de dangers de l'installation considérée.

Les Combustibles de Normandie, dépôt de Caen



Valérie Guyot/DREAL BN

Établissement Butagaz à Vire (14)



Frédéric Pouleau/DREAL BN

**De manière plus générale**, les risques d'accidents technologiques provoquant des émanations toxiques sont abordés en France sous l'angle de la prévention des accidents technologiques majeurs.

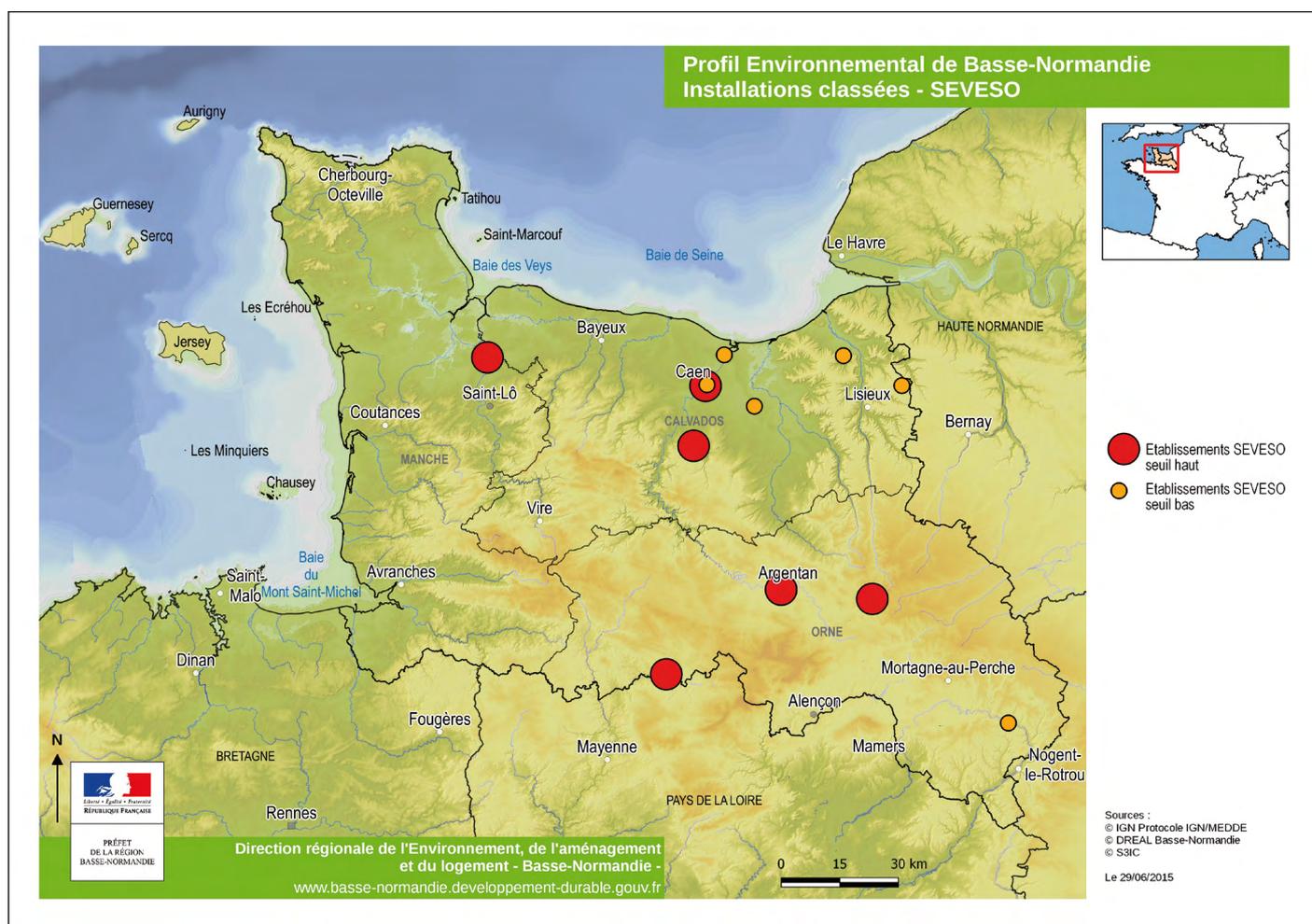
Cette approche s'appuie sur plusieurs démarches.

- ▶ **La maîtrise des risques à la source** (sur le site industriel) : l'objectif est de réduire soit la probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux potentiels, soit l'intensité de leurs effets. Dans ce but, l'exploitant de l'installation concernée remet une étude des dangers de son site. Les installations SEVESO seuil haut ou autorisées avec servitudes (« AS ») sont soumises à la révision quinquennale de l'étude des dangers.
- ▶ **La planification des secours** : un plan d'opération interne est établi pour contenir à l'intérieur du site les effets des phénomènes dangereux pouvant s'y produire. Un plan particulier d'intervention, établi sous la responsabilité du Préfet, organise les secours à l'extérieur du site.
- ▶ **L'information préalable** est mise en place localement sur les risques pour les personnes potentiellement exposées, par exemple au travers de la Commission de Suivi de Site (CSS) pour les établissements SEVESO seuil haut ou « AS ».

Installations fixes de lutte contre l'incendie au dépôt pétrolier de Ouistreham (14)



Séverine Bernard/DREAL BN



Accident du 12 décembre 2003 sur le site Philips à Caen



Air C.O.M.

► **L'urbanisation** doit être maîtrisée autour du site industriel afin de limiter le nombre de personnes potentiellement exposées en cas d'accident majeur.

Si ces sites ne sont pas émetteurs de polluants atmosphériques en temps normal, ils peuvent notamment, en situation dégradée (incendie ou fuite accidentelle), être une source importante de polluants.

Quelques accidents industriels ont eu lieu ces dernières années en Basse-Normandie avec des émanations de polluants chimiques (cf. encadrés).

Dépôt pétrolier de Ouistreham (14)



Séverine Bernard/DREAL BN



## Repères

### L'accident du 12 décembre 2003 sur le site de Philips Caen (14)

Dans une usine de composants électroniques, un feu s'est déclaré dans un atelier de semi-conducteurs de 4 000 m<sup>2</sup> qui abrite 2 chaînes de fabrication et des chambres de stockage de bouteilles de gaz (phosphine, silane...).

L'incendie s'est propagé le long des réseaux de distribution et d'extraction des gaz. Une épaisse fumée noire a envahi le site. 900 employés de l'usine ont été évacués. Les dispositifs de ventilation du centre hospitalier et de l'hypermarché voisins ont été arrêtés et 3 000 personnes ont fait l'objet de confinement.

Les fumées contenaient de fortes concentrations en particules et en dioxyde d'azote et de nombreux autres composants issus de l'incendie.

### L'accident du 17 juillet 2006 sur le site de GDE Rocquancourt (14)

Dans un établissement de récupération de matières métalliques recyclables, durant une journée de forte chaleur, un feu s'est déclaré sur 2 200 t de « platinage » à broyer (ferrailles en mélange comprenant des véhicules hors d'usage). Une explosion a provoqué un départ de feu. Le personnel a été immédiatement évacué. Un panache de fumée noire était visible à une vingtaine de km à la ronde.

La fumée de cet incendie s'est répandue en direction de Caen. De fortes émanations de particules et de dioxyde d'azote ont été constatées, la présence de benzène était fort probable.

## Les risques liés aux transports de matières dangereuses

### L'encadrement du transport de matières dangereuses

Le transport de marchandises dangereuses est régi par **une base réglementaire de dimension internationale** en fonction des modes de transports utilisés. Une marchandise est dite dangereuse lorsqu'elle présente un risque pour les personnes, les biens ou l'environnement (l'air, l'eau, les sols...).

Ces différents règlements précisent les dispositions techniques relatives :

- aux matériels de transport (véhicules, bateaux, navires...);
- aux équipements de sécurité présents à bord;
- à la formation des personnels;
- au marquage et au conditionnement des marchandises dangereuses.

En Basse-Normandie, les transports de matières dangereuses concernent toutes les classes de transport (cf. encadré). Quel que soit le mode de transport (maritime, ferroviaire ou routier), les accidents liés aux marchandises dangereuses peuvent engendrer divers effets avec des conséquences plus ou moins importante sur la qualité de l'air.

- ▶ Une **explosion** peut être générée suite à un choc ou à l'échauffement d'une citerne, au mélange de plusieurs produits, ou à l'allumage inopiné de matières ou d'objets explosibles. L'explosion peut avoir des **effets mécaniques** (onde de choc) et **thermiques** (dégagement de chaleur).
- ▶ Un **incendie** peut avoir lieu avec des effets thermiques potentiellement aggravés par des problèmes d'asphyxie ou d'intoxication, liés à l'émission de fumées toxiques.
- ▶ Un **dégagement de nuage toxique** peut provenir d'une fuite de produit ou résulter d'une combustion. En se propageant dans l'air, l'eau et/ou le sol, les matières dangereuses peuvent être toxiques par inhalation, par ingestion ou par absorption cutanée. Selon la concentration des substances et la durée d'exposition, les symptômes varient d'une simple irritation de la peau, de sensations de picotements de la gorge, à des atteintes graves (pulmonaires, neurologiques...).

Une pollution des sols ou des milieux aquatiques peut survenir suite à de tels événements ou à une fuite du chargement.

Un système d'identification et de classement des matières dangereuses permet de gérer leurs autorisations de circulation.

Camion citerne



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

#### Les différentes classes de matières dangereuses

Classe 1	Matières et objets explosibles
Classe 2	Gaz comprimés, liquéfiés ou dissous sous pression
Classe 3	Matières liquides inflammables
Classe 4.1	Matières solides inflammables
Classe 4.2	Matières sujettes à l'inflammation spontanée
Classe 4.3	Matières qui au contact de l'eau dégagent des gaz inflammables
Classe 5.1	Matières comburantes
Classe 5.2	Peroxydes organiques
Classe 6.1	Matières toxiques
Classe 6.2	Matières infectieuses
Classe 7	Matières radioactives
Classe 8	Matières corrosives
Classe 9	Matières et objets dangereux divers

# Les différents modes de transport en Basse-Normandie

## Le mode maritime

Les ports de la région accueillent deux types de trafic à risque :

- les liaisons transmanches ;
- des navires vraquiers transportant des marchandises dangereuses.

Les ports de Caen-Ouistreham et de Cherbourg accueillent des liaisons maritimes France/Grande-Bretagne. De manière ponctuelle, certains véhicules routiers transportés à bord des navires rouliers assurant ces liaisons peuvent contenir des chargements de marchandises dangereuses.

Le port de Honfleur, quant à lui, réceptionne des navires vraquiers pouvant transporter des engrais au nitrate d'ammonium destinés à l'agriculture. Ces matières classées comme marchandises dangereuses (matières comburantes) sont débarquées sur la zone portuaire avant d'être acheminées par voie routière. Ceci induit donc des flux de transport routier sur la zone portuaire de Honfleur et sur les axes desservant cette commune.

Ces trois ports peuvent présenter une concentration importante de transport de marchandises dangereuses, et dans le cadre du code de l'environnement, ils ont établi une étude de dangers qui a conduit à réviser les règlements portuaires locaux pour mieux intégrer ces risques

## Le mode ferroviaire

Hormis les transports de matières radioactives (classe 7), la Basse-Normandie est peu concernée par les transports de marchandises dangereuses par voie ferroviaire.

## Le mode routier

Le mode routier concerne l'ensemble du territoire de la région. Tous les axes supportent des flux de transport de matières dangereuses, dès lors qu'ils assurent la desserte :

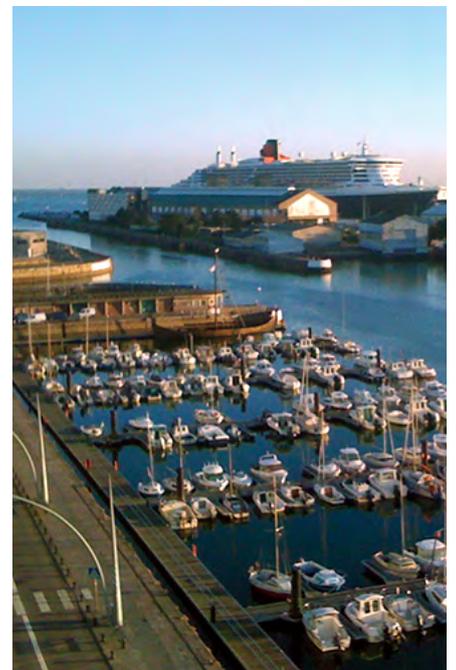
- des entreprises consommatrices (industries, stations services, grandes surfaces de bricolage...) ;
- des particuliers (approvisionnement en fioul domestique ou en gaz destiné au chauffage).

Ferry à quai - Port de Ouistreham (14)



Valérie Guyot/DREAL BN

Port de Cherbourg (50)



Olivia Durande/DREAL BN

Le mode routier concerne l'ensemble du territoire de la région



Valérie Guyot/DREAL BN

## 2 Les fortes émanations de substances radioactives

### Les événements significatifs en Basse-Normandie

En Basse-Normandie, l'événement régional le plus significatif pour l'environnement a eu lieu en 1981 sur le site de la Hague, il s'agissait de l'incendie d'un entreposage de déchets radioactifs qui a été classé de niveau 3.

#### Nombre d'événements significatifs recensés en Basse-Normandie

Source : ASN

	2008			2009			2010		
	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2
Areva NC La Hague	22	5	0	21	3	0	33	6	1
EDF Flamanville	44	3	0	33	4	0	22	5	0
GANIL Caen	1	1	0	4	1	0	3	0	0
ANDRA Manche	0	0	0	1	0	0	0	0	0

**Le nombre d'événements survenus dans une installation nucléaire n'est pas, à lui seul, un indicateur du niveau de sûreté de cette installation.** Il n'y a pas de relation de cause à effet automatique entre le nombre d'événements sans gravité détectés et déclarés et la probabilité que survienne un accident grave dans une installation.

Cependant, **l'analyse approfondie de chaque événement est une source fondamentale d'enseignements**, c'est pourquoi la détection systématique des événements est imposée.

### Des exemples d'accident grave : Tchernobyl et Fukushima

Les activités nucléaires sont exercées de manière à prévenir les accidents. Le risque d'accident grave est ainsi limité à un très faible niveau de probabilité. **Il ne peut cependant pas être complètement écarté.** La préparation et la gestion des situations d'urgence, qu'elles soient d'origine naturelle, accidentelle ou terroriste, est devenue une préoccupation majeure de notre société.

Ainsi, l'histoire de la filière nucléaire a connu trois accidents graves :

- Three Mile Island en 1979 aux Etats-Unis ;
- Tchernobyl en 1986 en Ukraine ;
- Fukushima en 2011 au Japon.

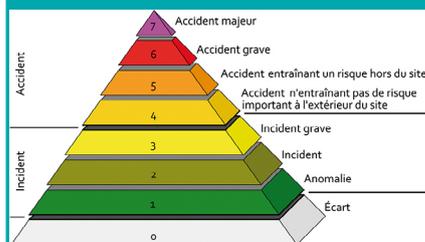
Le premier n'a pas donné lieu à d'importants rejets de radioactivité dans l'environnement car il était lié à une fusion partielle du cœur sans dégradation de l'enceinte de confinement. Les retombées de Tchernobyl ont pu être évaluées depuis l'accident, notamment par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire et en particulier pour la France.

#### Le classement des écarts selon l'échelle INES

Les écarts à toute procédure de fonctionnement normal dans les installations nucléaires ont été formalisés selon une échelle spécifique (dite INES) en 1991. Celle-ci est graduée de 0 à 7 :

- 0 représente les simples écarts (significatifs mais sans réel impact sur la sûreté) ;
- et 7 étant réservé aux accidents majeurs, tels que Tchernobyl ou Fukushima.

#### Échelle INES des écarts



En cas d'écart, l'exploitant évalue s'il est redevable d'un classement, selon l'échelle INES et informe l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN). Celle-ci peut revoir si nécessaire la proposition de classement. Les écarts peuvent être d'origine humaine, organisationnelle, ou matérielle. Tous les incidents ne conduisent pas nécessairement à des rejets supplémentaires dans l'environnement. Il est ainsi fait une distinction entre les événements significatifs pour :

- la sûreté ;
- la radioprotection ;
- l'environnement ;
- et le transport de matières radioactives.

Lorsqu'ils impliquent des rejets dans l'environnement, les écarts les plus fréquemment déclarés sont des dépassements ponctuels, ou sont liés à des indisponibilités de matériel.

## L'accident de Tchernobyl

---

En 1986, quelques jours après l'accident de Tchernobyl, des masses d'air contenant **des particules radioactives sont passées sur le territoire français**. Du 1<sup>er</sup> au 3 mai 1986, les stations de la moitié Est de la France ont enregistré un pic de concentration en césium 137 supérieur à 1Bq/m<sup>3</sup>. Une valeur plus faible est relevée une semaine plus tard avec 0,1 Bq/m<sup>3</sup>. **L'évolution a été semblable en Basse-Normandie**, le pic de concentration en césium 137 mesuré le 1<sup>er</sup> mai 1986 était de l'ordre de 0,5 Bq/m<sup>3</sup>. Les concentrations en iode 131 ont suivi une répartition et une évolution comparables.

**Aujourd'hui, il reste une contamination des sols au césium 137 dont la période de demi-vie est de 30 ans.** La situation en France est très contrastée, la Basse-Normandie se situe dans la moyenne nationale (cf. partie « Sols »).

**Le césium 137 a été retenu en tant que référent pour cette étude récente** car après 1986, seul ce radioélément continuait d'impacter les populations, par irradiation externe due au dépôt rémanent et par ingestion d'aliments faiblement contaminés.

Aujourd'hui, la dose efficace moyenne reçue par la population française du fait de la contamination résiduelle héritée de l'accident de Tchernobyl est inférieure à 10 µSv/an. Toutefois, certains comportements alimentaires très particuliers, comme, par exemple, une importante consommation de champignons de forêt et de gibier provenant de l'Est du pays, peuvent conduire à des doses plus élevées, de l'ordre de quelques dizaines de microsievverts par an. Ces valeurs, trente ans après l'accident, restent néanmoins très faibles, en France, si on les compare à la radioactivité naturelle.

## L'accident de Fukushima

---

Plus récemment, l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima au Japon le 11 mars 2011 a fait l'objet d'un suivi précis des retombées radioactives, le réseau de mesures mondial étant plus développé. Selon l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, les régions françaises ont été touchées de façon comparable, avec des fluctuations spatiales et temporelles dues au déplacement des masses d'air. **Ces concentrations se situaient à des niveaux de 500 à plus de 1 000 fois inférieurs à celles mesurées début mai 1986** en France suite à l'accident de Tchernobyl.

Sur la base de valeurs moyennes et maximales de concentration en iode 131 mesurées de mi-mars à mi-mai, les doses maximales potentiellement reçues en France par inhalation et par ingestion évaluées ont été les suivantes :

- pour un enfant de 1 an, la dose équivalente à la thyroïde a été inférieure à 2 µSv par inhalation et à 43 µSv par ingestion ;
- pour un adulte, la dose efficace a été au maximum de 0,03 µSv par inhalation et de 0,17 µSv par ingestion.

Ces doses estimées sont très faibles et, selon l'ASN, permettent de confirmer qu'à aucun moment les concentrations en radionucléides d'origine artificielle (iode 131 et césiums 134 et 137) mesurées dans les différents compartiments de l'environnement en France métropolitaine n'ont présenté un risque environnemental ou sanitaire.



# 5. Synthèse et enjeux

Trafic routier dense sur le boulevard périphérique de Caen (14)



Séverine Bernard/DREAL BN

La qualité de l'air en Basse-Normandie présente des situations contrastées selon les différents secteurs du territoire (zones urbaines, rurales, côtières) et les conditions climatiques. La concentration des polluants évolue en fonction des émissions locales, des apports transrégionaux (en provenance notamment du bassin parisien et de l'estuaire de la Seine) et des phénomènes de dispersion et de transformation.

En certaines circonstances, la Basse-Normandie est confrontée à des **pollutions importantes par les particules fines notamment en hiver et au printemps** (trafic routier, chauffage résidentiel et activités agricoles) par les oxydes d'azote en proximité de trafic automobile ou par l'ozone sur l'ensemble de la région en été.

Compte tenu des impacts sanitaires, les seuils de déclenchement des procédures d'informations et d'alerte sur pollution par les particules ont été abaissés début 2012. En milieu urbain, avec une forte densité de trafic et le chauffage résidentiel, le nombre de jours de déclenchement augmente sensiblement.

Avec le changement climatique et l'augmentation de l'ensoleillement, la **pollution par l'ozone** devrait également s'accroître au fil des années.

La **prédominance du secteur agricole régional** mérite qu'une vigilance particulière soit portée à la **problématique des pesticides**.

Une surveillance régulière est également effectuée sur les pollens (bouleaux en mars-avril, graminées en juin) pouvant être à l'origine de perturbations allergiques pour une grande partie de la population.

## À découvrir dans ce chapitre

- ▶ Chiffres clés
- ▶ Grille « AFOM »
- ▶ Enjeux et orientations

Le deuxième plan régional santé environnement (2011) propose des actions ciblées de

préservation de la santé en agissant sur la qualité de l'air :

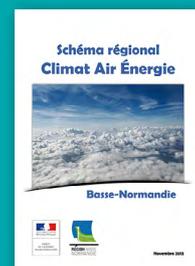
- mieux évaluer et suivre l'exposition de la population aux polluants atmosphériques ;
- réduire les expositions aux pollens et substances végétales allergisantes ;
- réduire les émissions industrielles de substances toxiques ;
- améliorer la qualité de l'air intérieur.



Le schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie (2013) fixe des orientations stratégiques régionales pour la

qualité de l'air :

- améliorer et diffuser la connaissance (notamment sur l'impact de l'utilisation de phytosanitaires) à l'ensemble du territoire et particulièrement aux communes en zone sensible ;
- réduire les pratiques de brûlage ;
- mieux informer sur la radioactivité dans l'air.



# 1 chiffres clés

## Aspects sanitaires

- Respiration moyenne d'un adulte : **14 000 litres d'air par jour** ;
- L'étude CAFE (Clean Air For Europe) de la Commission européenne estime qu'en France, en 2000, **plus de 42 000 décès par an** étaient en relation avec l'exposition chronique aux particules fines (PM2,5).

## Indices généraux

- Selon les indices généraux, l'air est considéré comme « bon ou très bon » pendant au moins 80 % du temps en Basse-Normandie. Cependant ces indices n'incluent pas les impacts cumulés de long terme ;
- Zones sensibles : 31,7 % de la population sur 3,6 % du territoire.

## Pollutions spécifiques

**Dioxydes d'azote** : pics de concentration entre 7h et 9h et entre 16h30 et 19h. Valeur limite annuelle respectée en région sauf en 2003 et 2007 sur les sites en proximité routière.

**Particules fines** : dépassements de la valeur moyenne journalière de protection de la santé humaine de 50 µg/m<sup>3</sup> en 2012 (19 jours dans le Calvados, 11 jours dans la Manche et l'Orne).

**Ozone** : légère hausse depuis 2001 de la concentration moyenne annuelle mais pas de dépassement des valeurs limites. L'objectif qualité de 2020 n'a pas été respecté en 2010 sur 77 % du territoire.

**Pollens** : augmentation du risque allergique en mars/avril pour le bouleau et en été avec la présence de graminées. 12 % des enfants souffrent d'allergies respiratoires.

**Exposition moyenne des populations à la radioactivité** : 3,7 mSv (correspondant à la moyenne nationale, selon l'ASN) dont 2,4 mSv liée aux sources naturelles et 1,3 mSv aux sources artificielles (médicales et autres).

**Radon** : la région est dans la moyenne nationale en terme de concentration observée mais le Calvados présente des concentrations plus importantes dans certains types d'habitat.

Les pollens de bouleaux sont une source importante d'allergies respiratoires



Valérie Guyot/DREAL BN

## 2 Grille « AFOM »

Les grilles « Atouts Faiblesses Opportunités Menaces » permettent de faire le lien entre le diagnostic et les enjeux. Les grilles présentées ci-dessous constituent donc la synthèse du diagnostic.

Elles se construisent par rapport à un objectif. Ici, l'objectif est basé sur les principes du développement durable, à savoir un équilibre entre la qualité environnementale, l'harmonie sociale et le développement économique. Les « atouts et faiblesses » ont une origine interne liée aux caractéristiques régionales, les « opportunités et menaces » ont une origine externe.

Les éléments du tableau ont été proposés et validés par les experts des différentes thématiques. Les espaces vides sont aussi porteurs de sens et peuvent ainsi exprimer le poids relatif des atouts, faiblesses, opportunités et menaces.



Atouts	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Les sources d'émissions de polluants</b> paraissent assez bien identifiées : <b>transport, chauffage, agriculture et, dans une moindre mesure, industrie</b></li> <li>• <b>Les sources importantes de pollutions sonores</b> liées aux infrastructures sont également assez bien identifiées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Situations contrastées</b> selon les secteurs du territoire (zone urbaine, rurale, côtière) et les conditions climatiques (phénomènes de dispersion)</li> <li>• Pollution de fond aux <b>particules fines</b> (épandages, transports, chauffage au bois...) et à <b>l'ozone</b></li> <li>• Pollution aux <b>oxydes d'azote</b> en situation de proximité du trafic automobile</li> <li>• Région exposée à la pollution aux <b>pesticides</b>, avec pics potentiels de pollution notamment en période de traitements</li> <li>• En certaines périodes, présence de <b>nombreux pollens</b> fortement <b>allergisants</b> (bouleaux en mars-avril, graminées en juin)</li> <li>• <b>Étalement urbain générateur de pollutions</b></li> <li>• Région concernée par le risque d'<b>accident nucléaire et industriel</b></li> </ul>
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amélioration des <b>connaissances sur les enjeux sanitaires</b></li> <li>• Existence d'une <b>réglementation préventive liée au bruit</b></li> <li>• Déploiement du plan « <b>Bâtiment</b> » : lien entre isolation thermique et acoustique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Changement climatique</b></li> <li>• Augmentation du <b>trafic routier</b></li> <li>• Influence des <b>industries</b> situées à proximité (vallée de la Seine...)</li> <li>• Développement des <b>pollutions électromagnétiques</b></li> <li>• Coût des mesures de résorption des <b>nuisances sonores</b></li> </ul>

## 3 Enjeux et orientations

Les enjeux régionaux mis en avant dans le cadre de ce diagnostic doivent servir à :

- développer et diffuser la connaissance régionale ;
- réduire les émissions de polluants en agissant à la source.

### Enjeu 1 : Développement et partage de la connaissance

#### Orientation 1

Développer et partager la connaissance sur la qualité de l'air et de l'environnement sonore et leurs impacts sur la santé, l'environnement et l'économie

#### Orientation 2

Améliorer le partage de l'information sur la radioactivité (radon, industrie nucléaire) et les champs électromagnétiques

#### Orientation 3

Sensibiliser les professionnels du bâtiment à la prise en compte des enjeux relatifs à la qualité de l'air intérieur et à l'isolation acoustique des bâtiments (isolation intérieure et extérieure)

### Enjeu 2 : Réduction des émissions de polluants et des nuisances sonores à la source

#### Orientation 1

Promouvoir les transports collectifs et réduire le recours aux déplacements individuels

#### Orientation 2

Soutenir la mise en place des procédés agricoles réduisant les émissions de polluants

#### Orientation 3

Promouvoir un urbanisme adapté aux enjeux de la qualité de l'air et de l'environnement sonore, notamment en zones sensibles

#### Orientation 4

Diminuer l'exposition des populations aux rejets des installations émettrices de champs électromagnétiques et de rayonnements ionisants

### Enjeu 3 : Prévention et prise en compte des risques d'accident

#### Orientation 1

Contrôler les mesures de prévention et de protection mises en œuvre par les exploitants d'installations à risques

#### Orientation 2

S'assurer de l'efficacité des plans de secours

#### Orientation 3

Maîtriser l'urbanisme à proximité des installations à risques

Tramway de Caen (14)



Valérie Guyot/DREAL BN

# 6. Acteurs régionaux et bibliographie

À découvrir dans ce chapitre

- ▶ Acteurs régionaux
- ▶ Bibliographie

## 1 Acteurs régionaux

▶ **ACRO** : Association pour le Contrôle de la Radioactivité de l'Ouest

[www.acro.eu.org](http://www.acro.eu.org)

- Mesures de radioactivité gamma et bêta et mesures de radon dans l'environnement et à proximité des installations nucléaires



▶ **ADEME** : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

- Participation à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable
- Mise à disposition de capacités d'expertise et de conseil
- Financement de projets



▶ **ARS** : Agence Régionale de Santé

[www.ars.basse-normandie.sante.fr](http://www.ars.basse-normandie.sante.fr)

- Organisation de l'offre de soins
- Promotion de la santé, veille et la sécurité sanitaires (qualité de l'environnement, contrôle des établissements, veille épidémiologique...)
- Suivi de la qualité de l'air et de l'eau
- Co-pilotage du Plan Régional Santé Environnement



▶ **Air C.O.M.** : Association de suivi de la qualité de l'air en Basse Normandie

[www.air-com.asso.fr](http://www.air-com.asso.fr)

- Suivi de la qualité de l'air sur le territoire de la Basse-Normandie
- Information du grand public et publication des résultats de suivi de la qualité de l'air
- Diffusion au quotidien des résultats des mesures, et des prévisions à travers tous les médias disponibles (notamment les serveurs Internet)



▶ **ANDRA** : Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

[www.andra.fr](http://www.andra.fr)

- Gestion à long terme des déchets radioactifs produits en France
- Mise en œuvre des solutions de gestion sûres pour l'ensemble des déchets radioactifs français afin de protéger les générations présentes et futures du risque que présentent ces déchets
- Gestion du centre de stockage de déchets de la Manche, aujourd'hui en phase de surveillance



► **ANFR** : Agence Nationale des Fréquences

[www.anfr.fr](http://www.anfr.fr)

- Planification, gestion et contrôle des utilisations des fréquences radioélectriques
- Respect des valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques (article L43 du code des postes et des communications électroniques)
- Instruction des dossiers de demande d'implantation d'antennes et suivi du respect de la réglementation



► **ASN** : Autorité de Sûreté Nucléaire

[www.asn.fr](http://www.asn.fr)

- Contrôle des installations nucléaires pour garantir leur sûreté
- En cas de risque grave et imminent, mise en place de mesures conservatoires destinées à protéger la sécurité des personnes, la santé et la salubrité publique, la nature et l'environnement
- Fixation des limites d'autorisation de rejets
- Incitation des exploitants à utiliser les meilleures techniques disponibles
- Vigilance sur l'optimisation des rejets et la réduction de leur impact



► **Conseil régional**

[www.cr-basse-normandie.fr](http://www.cr-basse-normandie.fr)

- Co-pilotage et déclinaison à l'échelle régionale du « Schéma Régional Climat, Air, Énergie » (SRCAE)
- Organisation des transports ferroviaires régionaux et participation au développement de l'offre alternative de transport sur le territoire bas-normand
- Co-pilotage du Plan Régional Santé Environnement



► **CEA** : Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives

[www.cea.fr](http://www.cea.fr)

- Optimisation du parc actuel des réacteurs nucléaires et mise au point des solutions techniques pour la gestion des déchets radioactifs
- Participation aux programmes de recherches internationaux sur les réacteurs et combustibles nucléaires du futur
- Contribution par la recherche à l'essor des nouvelles technologies pour l'énergie : le solaire photovoltaïque, les batteries électriques, l'hydrogène, la biomasse...



► **CLI** : Commissions Locales d'Informations

[www.cli-areva.fr](http://www.cli-areva.fr)

[www.cli-andra.fr](http://www.cli-andra.fr)

[www.cli-flamanville.fr](http://www.cli-flamanville.fr)

[www.ganil-spiral2.eu/secure/cli](http://www.ganil-spiral2.eu/secure/cli)

- Suivi, information et concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et d'impact des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement pour ce qui concerne les installations du site nucléaires concerné. En Basse-Normandie, cela concerne les activités de l'usine de retraitement de combustibles usés d'AREVA NC à La Hague, du centre de stockage de l'ANDRA, de la centrale nucléaire d'EDF à Flamanville et du GANIL à Caen.

► **CRIIRAD** : Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

[www.criirad.org](http://www.criirad.org)



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

[www.basse-normandie.developpement-durable.gouv.fr](http://www.basse-normandie.developpement-durable.gouv.fr)

- Mise en œuvre de la politique du gouvernement dans le domaine de l'environnement sous l'autorité du Préfet de région
- Suivi des installations classées soumis à des normes de rejets de polluants atmosphériques dans l'environnement
- Co-pilotage de l'élaboration du « Schéma Régional Climat, Air, Energie » (SRCAE)
- Diffusion des informations et mise en œuvre de la réglementation concernant le bruit et pilotage d'actions régionales dans ce domaine
- Coordination et organisation de l'ensemble des données relatives aux émissions de GES
- Accompagnement du développement des énergies renouvelables, de la maîtrise des consommations d'énergie et de la performance énergétique
- Co-pilotage du Plan Régional Santé Environnement
- Rôle d'Autorité environnementale : évaluation des rapports environnementaux des plans et programmes et des études d'impact des projets



► **Groupe radioécologique Nord-Cotentin**

[www.gep-nucleaire.org/norcot/gepnc](http://www.gep-nucleaire.org/norcot/gepnc)

- Expertise
- Appréciation de l'évaluation effectuée chaque année par AREVA NC concernant la dose touchant le public résultant des rejets de l'usine de La Hague
- Programme de prélèvements et de mesures des substances chimiques autour des INB du Nord-Cotentin
- Traitement des informations fournies par la Marine Nationale sur les rejets des substances chimiques de l'arsenal de Cherbourg

► **IRSN** : Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

- Expertise publique sur les risques nucléaires et radiologiques
- Champ de compétences : ensemble des risques liés aux rayonnements ionisants, utilisés dans l'industrie ou la médecine, ou encore les rayonnements naturels



► **Préfecture de la région**

[www.basse-normandie.gouv.fr](http://www.basse-normandie.gouv.fr)

- Mise en œuvre de la politique du gouvernement dans le domaine de l'environnement
- Rôle d'Autorité environnementale : évaluation des rapports environnementaux des plans et programmes et des études d'impact des projets



► **Préfectures de département**

[www.calvados.gouv.fr](http://www.calvados.gouv.fr)

[www.manche.gouv.fr](http://www.manche.gouv.fr)

[www.orne.gouv.fr](http://www.orne.gouv.fr)

- Mise en œuvre départementale de la politique du gouvernement dans le domaine de l'environnement



## 2 Bibliographie

- ADEME et Air C.O.M. PARTICUL'AIR : *Etude inter-régionale de la pollution particulaire en zone rurale*. 168 pages.
- Autorité de Sûreté Nucléaire. *La sûreté nucléaire et la radioprotection en France en 2011*. 492 pages.
- AREVA. *Rapport d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection du site AREVA la Hague 2011*. 92 pages.
- Conseil régional et Préfecture de Basse-Normandie. *Schéma Régional Climat Air Energie Basse-Normandie*. 2013. Caen. 281 pages.
- Conseil régional et Préfecture de Basse-Normandie. *Plan Régional Santé Environnement 2011-2015*.
- EDF. *Rapport sur la sûreté nucléaire et la radioprotection des installations nucléaires de Flamanville 2011*. 59 pages.
- Haut Comité de la Santé Publique. *Pollution par les particules dans l'air ambiant. Avis et rapport*. 2012.
- Ministère de la Santé et Ministère de l'Écologie. *La surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les lieux accueillant des enfants. Juin 2012*. 16 pages.

## Sites internet complémentaires

- Citepa : [www.citepa.org/fr](http://www.citepa.org/fr)
- Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie : [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)
- Observatoire de la qualité de l'air intérieur : [www.oqai.f](http://www.oqai.f)
- Réseau national de surveillance aérobiologique : [www.pollens.fr](http://www.pollens.fr)

Rénovation urbaine à Hérouville-Saint-Clair (14)



Valérie Guyot/DREAL BN

Corlet Imprimeur  
Z.I. rue Maximilien Vox  
14110 Condé-sur-Noireau

Dépot légal : novembre 2015

Imprimé sur papier recyclé







# PROFIL ENVIRONNEMENTAL DE BASSE-NORMANDIE

Ce livret est une composante du Profil environnemental de Basse-Normandie







# PROFIL ENVIRONNEMENTAL DE BASSE-NORMANDIE

*Synthèse*

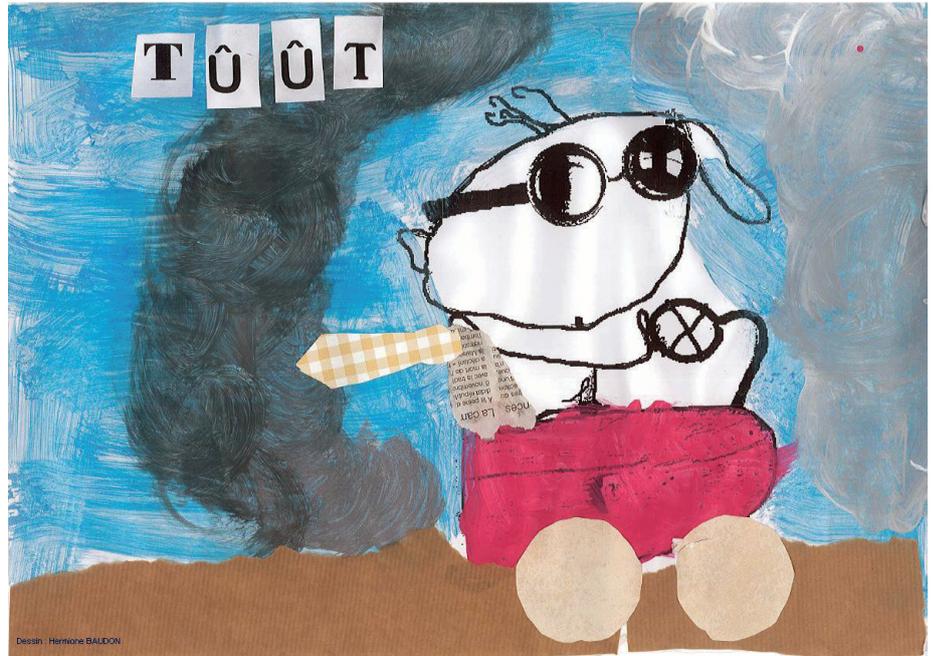
## L'air

La respiration d'un adulte sollicite en moyenne 14 000 litres d'air par jour. Ce chiffre illustre l'enjeu sanitaire que représente aujourd'hui la qualité de l'air.

Nous évoluons dans une fine couche de l'atmosphère qui s'élève jusqu'à une dizaine de kilomètres au-dessus du sol et qui est aujourd'hui le réceptacle de nombreux rejets liés aux activités humaines.

En Basse-Normandie, les sources d'émissions de polluants paraissent assez bien identifiées : transport, chauffage, agriculture et, dans une moindre mesure, activités industrielles. Les situations sont contrastées selon les secteurs et les conditions climatiques. On relève notamment une pollution de fond persistante aux particules fines (liées aux épandages, aux transports, au chauffage au bois...).

En situation de proximité du trafic automobile, les oxydes d'azote sont fortement présents. Selon les contextes géographiques et les



Hermione Baudon

époques, la pollution aux pesticides peut aussi être importante. La dispersion des pollens représente, quant à elle, un facteur important de développement des allergies en mars-avril et pendant l'été.

Le bruit est une autre source de pollution qui peut induire des effets particulièrement graves sur la santé, notamment en cas de forte proximité d'infrastructures. C'est pourquoi, le classement sonore des infrastructures de transport doit permettre aujourd'hui d'imposer une isolation phonique renforcée aux abords des

voies bruyantes, par l'intermédiaire des documents d'urbanisme. La protection des riverains prévoit également la réalisation de cartes de bruit et de plans de prévention du bruit dans l'environnement.

Le développement de nouvelles technologies fonctionnant par ondes électromagnétiques pose la question de leurs impacts sur la santé. Les effets des champs électromagnétiques sur l'organisme humain dépendent non seulement de leur intensité, mais aussi de leur fréquence et de leur énergie.



L'Agence nationale des fréquences recense actuellement 1 675 supports de stations radioélectriques en Basse-Normandie (antennes de radiotéléphonie, radiodiffusion ou autres). Celles-ci sont cartographiées sur le site web cartoradio.fr.

Enfin, l'exposition globale de la population à la radioactivité est liée à des sources naturelles et artificielles. Le radon, gaz radioactif d'origine naturelle, est présent dans de nombreux sous-sols de la région. L'exposition des populations dépend de la richesse du sol en uranium et en radium, de la porosité du sol et de l'habitat qui peut concentrer ce gaz par effet de confinement.

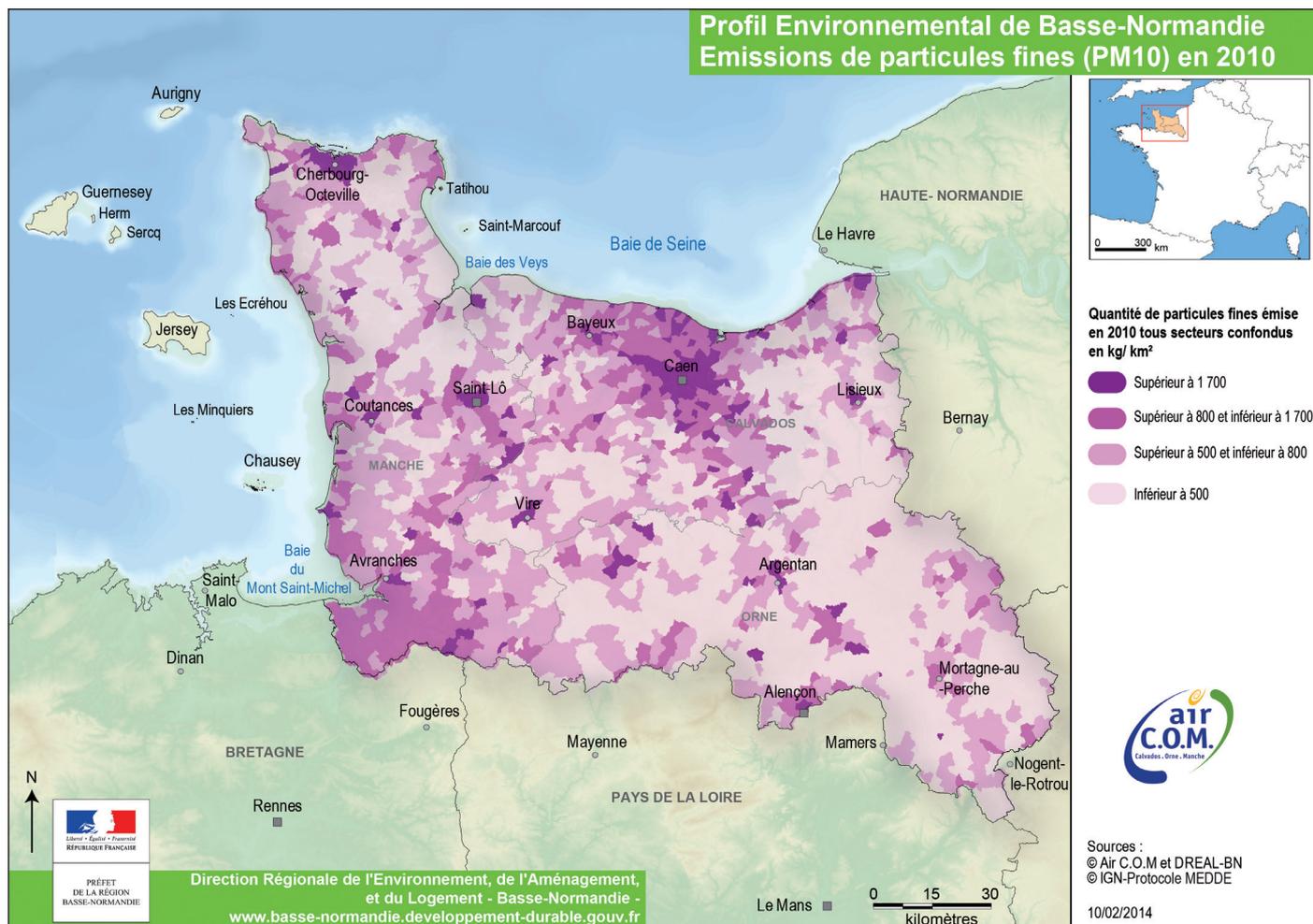
La région accueille aussi sur son territoire plusieurs installations nucléaires de base situées dans le Nord-Cotentin et à Caen. L'Autorité de Sûreté Nucléaire est chargée du contrôle de ces établissements. De plus, certains centres médicaux sont équipés d'applications médicales du nucléaire (scintigraphie, radiothérapie...). Ces équipements sont à la fois sources de rejets et porteurs de risques d'accident. La réglementation a pour objectif de limiter ces risques.



Plus d'infos...

**Contenu de la thématique**

- ▶ De l'air en général à l'air bas-normand : quelques fondamentaux
- ▶ L'air, premier des éléments nécessaires à la vie
- ▶ Les pollutions chroniques
- ▶ Les risques d'accident



## ► Grille « AFOM »

Les grilles « Atouts Faiblesses Opportunités Menaces » permettent de faire le lien entre le diagnostic et les enjeux.

Elles se construisent par rapport à un objectif. Ici, l'objectif est basé sur les principes du développement durable, à savoir un équilibre entre la qualité environnementale, l'harmonie sociale et le développement économique. Les « atouts et faiblesses » ont une origine interne liée aux caractéristiques régionales, les « opportunités et menaces » ont une origine externe. Les éléments du tableau ont été proposés et validés par les experts des différentes thématiques. Les espaces vides sont aussi porteurs de sens et peuvent ainsi exprimer le poids relatif des atouts, faiblesses, opportunités et menaces.

Atouts	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Les sources d'émissions de polluants</b> paraissent assez bien identifiées : <b>transport, chauffage, agriculture et, dans une moindre mesure, industrie</b></li> <li>• <b>Les sources importantes de pollutions sonores</b> liées aux infrastructures sont également assez bien identifiées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Situations contrastées</b> selon les secteurs du territoire (zone urbaine, rurale, côtière) et les conditions climatiques (phénomènes de dispersion)</li> <li>• Pollution de fond aux <b>particules fines</b> (épandages, transports, chauffage au bois...) et à <b>l'ozone</b></li> <li>• Pollution aux <b>oxydes d'azote</b> en situation de proximité du trafic automobile.</li> <li>• Région exposée à la pollution aux <b>pesticides</b>, avec pics potentiels de pollution notamment en période de traitements</li> <li>• En certaines périodes, présence de <b>nombreux pollens</b> fortement <b>allergisants</b> (bouleaux en mars-avril, graminées en juin)</li> <li>• <b>Étalement urbain générateur de pollutions</b></li> <li>• Région concernée par le risque d'<b>accident nucléaire et industriel</b></li> </ul>
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amélioration des <b>connaissances sur les enjeux sanitaires</b></li> <li>• Existence d'une <b>réglementation préventive liée au bruit</b></li> <li>• Déploiement du plan « <b>Bâtiment</b> » : lien entre isolation thermique et acoustique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Changement climatique</b></li> <li>• Augmentation du <b>trafic routier</b></li> <li>• Influence des <b>industries</b> situées à proximité (vallée de la Seine...)</li> <li>• Développement des <b>pollutions électromagnétiques</b></li> <li>• Coût des mesures de résorption des <b>nuisances sonores</b></li> </ul>



## ► Enjeux et orientations

L'ordre de présentation correspond à l'approche méthodologique du diagnostic.

### Enjeu 1 : Développement et partage de la connaissance

#### Orientation 1

Développer et partager la connaissance sur la qualité de l'air et de l'environnement sonore et sur leurs impacts sur la santé, l'environnement et l'économie

#### Orientation 2

Améliorer le partage de l'information sur la radioactivité (radon, industrie nucléaire) et les champs électromagnétiques

#### Orientation 3

Sensibiliser les professionnels du bâtiment à la prise en compte des enjeux relatifs à la qualité de l'air intérieur et à l'isolation acoustique des bâtiments (isolation intérieure et extérieure)

### Enjeu 2 : Réduction des émissions de polluants et des nuisances sonores à la source

#### Orientation 1

Promouvoir les transports collectifs et réduire le recours aux déplacements individuels

#### Orientation 2

Soutenir la mise en place des procédés agricoles réduisant les émissions de polluants

#### Orientation 3

Promouvoir un urbanisme adapté aux enjeux de la qualité de l'air et de l'environnement sonore, notamment en zones sensibles

#### Orientation 4

Diminuer l'exposition des populations aux rejets des installations émettrices de champs électromagnétiques et de rayonnements ionisants

### Enjeu 3 : Prévention et prise en compte des risques d'accident

#### Orientation 1

Contrôler les mesures de prévention et de protection mises en œuvre par les exploitants d'installations à risques

#### Orientation 2

S'assurer de l'efficacité des plans de secours

#### Orientation 3

Maîtriser l'urbanisme à proximité des installations à risques



## Plus d'infos...

Ce document est un extrait du Profil environnemental de Basse-Normandie. Il a pour objectif de rendre l'information environnementale plus vivante et accessible.

Neuf livres thématiques numériques ont été réalisés :

-  Les repères de territoire
-  Le climat
-  L'air
-  L'eau
-  La biodiversité
-  La mer et le littoral
-  Les sols
-  Les sous-sols et la géodiversité
-  Les paysages

Ces publications ont été réalisées avec de nombreux experts et acteurs de l'environnement. Elles sont consultables sur le site internet de la DREAL. Leur actualisation en temps réel repose sur un réseau actif de contributeurs, garants de la qualité des analyses, des références et des informations transmises. Un échange est possible avec les bénéficiaires qui peuvent proposer des développements nouveaux, des illustrations et transmettre des observations.

#### Les principaux contributeurs :

- Air C.O.M.
- Agence Régionale de Santé
- Autorité de Sûreté Nucléaire
- Conseil régional
- DRAAF
- DREAL et DDT(M)
- Préfectures
- Université