



# Inventaire des émissions atmosphériques liées à l'agriculture — année de référence 2003

Date : 2006

Auteur : ATMO Poitou-Charentes

## Sommaire

<b>SOMMAIRE</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
<b>GLOSSAIRE</b>	<b>4</b>
<b>I ESTIMATION DES EMISSIONS AGRICOLES EN POITOU-CHARENTES</b>	<b>5</b>
I.1 LE CADASTRE DES EMISSIONS DE POITOU-CHARENTES	5
I.2 L'ESTIMATION DES EMISSIONS LIEES AU SECTEUR AGRICOLE	6
I.3 LES POLLUANTS PRIS EN COMPTE DANS LES EMISSIONS AGRICOLES	9
<b>II RESULTATS PAR POLLUANT</b>	<b>12</b>
II.1 POLLUANTS AYANT UN IMPACT SANITAIRE ET ENVIRONNEMENTAL	12
II.2 POLLUANTS AYANT UN IMPACT CLIMATIQUE	19
<b>CONCLUSIONS</b>	<b>24</b>
<b>III TABLE DES FIGURES</b>	<b>25</b>
<b>IV TABLE DES TABLEAUX</b>	<b>25</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>26</b>

### AVERTISSEMENT

Il existe plusieurs types d'inventaires, réalisés chacun dans des objectifs différents. Depuis de nombreuses années, le CITEPA réalise des inventaires sur l'ensemble du territoire national. En 2005, le CITEPA a publié un inventaire départemental pour l'ensemble des départements Français pour l'année de référence 2000.

Cet inventaire est réalisé dans une optique de résultats ne descendant pas à une échelle inférieure au département, et repose donc sur des méthodologies d'évaluation qui peuvent parfois différer de celles utilisées pour le cadastre des émissions par ATMO Poitou-Charentes, dont les résultats sont fournis à une échelle kilométrique. On peut donc trouver des écarts sur les résultats, parfois importants, qui sont les conséquences des choix de méthodologies et de facteurs d'émissions.

ATMO Poitou-Charentes se dégage de toute responsabilité quant à une utilisation ultérieure de ses données par un tiers. Elle rappelle que toute utilisation partielle ou totale de ses données doit faire mention de la source, à savoir ATMO Poitou-Charentes.

## Introduction

La qualité de l'air résulte d'un équilibre complexe entre les apports directs de polluants émis dans l'air, ce qu'on appelle les émissions de polluants, et toute une série de phénomènes auxquels les polluants vont être soumis une fois dans l'atmosphère : transport, dispersion (vents et turbulences à l'origine de la dilution des émissions), dépôt et enfin transformations chimiques (par exemple sous l'effet du rayonnement solaire comme la production d'ozone estival à partir d'oxydes d'azote et d'hydrocarbures).

C'est pourquoi il ne faut pas confondre les concentrations dans l'air ambiant de polluants (exprimées par exemple en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), qui caractérisent la qualité de l'air respiré, et les émissions de polluants (dont les quantités sont exprimées en, kg, tonne,...) rejetées par une source donnée (une cheminée, un pot d'échappement) pendant une durée déterminée (heure, année,...).

La qualité de l'air dépend des émissions, même s'il n'y a pas de lien simple direct entre les deux. La connaissance de ces émissions est donc primordiale pour la surveillance de la qualité de l'air.

Un inventaire ou cadastre des émissions est une évaluation de la quantité d'une substance polluante émise par une source donnée pour une zone géographique et une période de temps donnée.

L'objectif de l'inventaire est de recenser la totalité des émissions atmosphériques non négligeables en quantité, qu'elles proviennent de sources naturelles ou anthropiques.

Il s'agit bien d'estimations réalisées à partir de données statistiques, et pas de mesures.

Dans un cadastre des émissions, les données d'émissions sont localisées géographiquement au niveau de leur source à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG).

Ce rapport présente le bilan des émissions liées aux transports pour l'année 2003, constituant ainsi une réactualisation du bilan des émissions routières déjà réalisé pour l'année 2000.

Ce rapport présente le bilan des émissions du secteur agricole pour l'année 2003. Seules les émissions liées aux cultures et à l'élevage ont pu être mise à jour pour l'année 2003, les autres catégories d'émissions sont identiques à celles de l'inventaire des émissions 2000 pour les polluants déjà pris en compte.

## Glossaire

anaérobie : en l'absence d'oxygène  
Cd : cadmium  
CH<sub>4</sub> : méthane  
CO : monoxyde de carbone  
CO<sub>2</sub> : dioxyde de carbone  
COV : Composés Organiques Volatils  
Cr : chrome  
Cu : cuivre  
dénitrification : conversion du nitrate en azote moléculaire (N<sub>2</sub>).  
HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques  
Hg : mercure  
kt : kilotonne  
N<sub>2</sub>O : Protoxyde d'azote  
NH<sub>3</sub> : ammoniac  
Ni : nickel  
nitrification : conversion de l'ammonium en nitrate par des bactéries spécialisées.  
Pb : plomb  
PST : particules en suspension totales  
PM<sub>10</sub> : poussières de diamètre inférieur à 10µm  
PM<sub>2.5</sub> : poussières de diamètre inférieur à 2.5µm  
PM<sub>1</sub> : poussières de diamètre inférieur à 1µm  
PRG : Pouvoir de Réchauffement Global  
Se : sélénium  
SIG : Système d'Information Géographique  
SO<sub>2</sub> : Dioxyde de soufre  
TSP : Particules totales en suspension  
UTH : Unité de Travail Humain  
Zn : zinc

I.1 Le cadastre des émissions de Poitou-Charentes

Depuis la fin de l'année 2002, ATMO Poitou-Charentes réalise à la demande du Conseil Régional un cadastre des émissions atmosphériques ou inventaire spatialisé des émissions de la région Poitou-Charentes.

Les résultats sont présentés selon huit principaux secteurs d'émissions :

- ✓ Les émissions industrielles
- ✓ Les émissions liées aux transports routiers
- ✓ Les émissions liées aux transports non routiers
- ✓ Les émissions d'origines agricoles
- ✓ Les émissions d'origine biotique
- ✓ Les émissions liées aux secteurs résidentiel et tertiaire
- ✓ Les émissions liées au traitement de déchets
- ✓ Les émissions liées à la production, au transport et à la distribution de l'énergie.

Les résultats de l'inventaire des émissions pour l'année 2000 sont disponibles depuis fin 2003. L'inventaire portait sur 8 polluants majeurs : dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, dioxyde d'azote, protoxyde d'azote, méthane, composés organiques volatils, ammoniac.

Ce rapport présente les résultats de la réactualisation des estimations d'émissions du secteur agricole pour l'année 2003. Seules les émissions liées aux cultures et à l'élevage ont pu être réactualisées par rapport à l'année 2000. On considère pour les autres catégories que l'évolution entre 2000 et 2003 est négligeable.

Des polluants supplémentaires ont été pris en compte dans cette nouvelle version :

- ✓ Les métaux lourds (nickel, zinc, plomb, cuivre, cadmium, chrome, sélénium).
- ✓ Spéciation de COV : Benzène, HAP.
- ✓ Poussières et spéciation : Poussières Totales en Suspension (PST), poussières de diamètre inférieur à 10 $\mu$ m (PM10), poussières de diamètre inférieur à 2.5 $\mu$ m (PM2.5), poussières de diamètre inférieur à 1 $\mu$ m (PM1).

An noter : les émissions liées à l'utilisation de pesticides ont également été estimées pour l'années 2003. Etant donné que l'emploi de pesticides ne concerne pas que le secteur agricole, les résultats ne sont pas présentés ici, mais font l'objet d'un rapport spécifique<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> « Estimation des émissions liées à l'utilisation de pesticides sur la région Poitou-Charentes - Année de référence 2003 », Atmo Poitou-Charentes.

## 1.2 L'estimation des émissions liées au secteur agricole

### 1.2.1 Description et méthodologie employée

Les émissions du secteur agricole peuvent être réparties en 4 catégories :

- ❖ Emissions liées à l'élevage
- ❖ Emissions liées aux cultures
- ❖ Emissions liées aux engins agricoles
- ❖ Emissions liées aux chaudières des bâtiments agricoles

Les émissions sont principalement estimées à l'aide de la méthodologie CORINAIR [3] et de la méthodologie proposée par le GIEC [4] (ou IPCC en anglais).

Les principales données statistiques utilisées pour la réalisation de l'inventaire pour le secteur agricole sont :

- Recensement Général Agricole 2000 [1]
- Les tableaux de l'économie Poitou-Charentes (statistiques 2003) [2]

On ne dispose de données détaillées par commune que pour l'année 2000. Les statistiques 2003 ont été publiées par l'INSEE à l'échelle départementale, et ne sont pas disponibles à une échelle plus fine.

Les données communales pour les surfaces agricoles et les cheptels utilisées pour l'estimation des émissions sont donc celles de l'année 2000 réajustées à l'aide de facteurs de croissance calculés à partir des données départementales 2003.

### 1.2.2 Les émissions liées à l'élevage

On distingue trois sources d'émissions de polluants atmosphériques pour l'élevage :

- La fermentation entérique
- La gestion des déjections animales
- Les émissions de poussières

#### *La fermentation entérique*

Les herbivores émettent du **méthane** (CH<sub>4</sub>) comme sous-produit de la fermentation entérique, un processus de digestion durant lequel les nutriments sont utilisés par les micro-organismes dans l'appareil digestif, qui les transforment en molécules assimilables par l'animal.

Les émissions sont estimées en fonction du cheptel de chaque catégorie d'élevage.

#### *La gestion des déjections animales*

Du **méthane** (CH<sub>4</sub>), de l'**ammoniac** (NH<sub>3</sub>) et du **protoxyde d'azote** (N<sub>2</sub>O) sont émis lors du stockage ou de l'utilisation des déjections animales. La formation de l'ammoniac résulte principalement de la dégradation de l'urée présente dans l'urine. Le protoxyde d'azote est formé au cours du processus de nitrification – dénitrification qui se produit lors du stockage et/ou traitement de l'effluent. Enfin le méthane est produit lors de la décomposition anaérobie des déjections animales.

Les quantités de polluants émis dépendent des quantités de déjections et de leur mode de gestion.

A noter que l'élevage est également une source mineure d'oxydes d'azote (NOx) et de Composés Organiques Volatils (COVNM, à l'origine des nuisances olfactives), mais étant donné qu'il n'existe pas de méthodologie permettant l'estimation de ces émissions, elles sont ici négligées.

### *Les émissions de poussières*

Il s'agit d'une source mineure d'émissions, liées à la manipulation des fourrages et paille, et à la remise en suspension des particules du sol par les animaux. Les quantités de poussières émises sont fonction du type d'élevage et du nombre d'animaux.

#### 1.2.3 Les émissions liées aux cultures

Les sols agricoles recouvrent près de 70% de la surface du territoire régional. Ce ratio, comparé à celui de 54% pour l'ensemble de la France, illustre le caractère agricole et rural de la région Poitou-Charentes.

Le département des Deux-Sèvres est le plus agricole de la région avec 77% de sa surface utilisée pour l'agriculture.

La dénitrification des engrais azotés dans les sols par les bactéries est à l'origine d'émissions gazeuses de **monoxyde d'azote** (NO comptabilisé dans les oxydes d'azote NOx) et de **protoxyde d'azote** (N<sub>2</sub>O).

Les fumures azotés ainsi que les pertes d'azote naturelles des sols sont à l'origine d'émissions **d'ammoniac** (NH<sub>3</sub>).

Enfin, quatre activités liées aux cultures sont à l'origine d'émissions de particules : le labourage des terres arables, le moissonnage, le séchage des céréales et le séchage des fourrages.

L'épandage des déjections organiques est à l'origine d'émissions de polluants dont le méthane : ces émissions sont prises en compte dans les émissions liées à l'élevage.

*A noter que la végétation des cultures est à l'origine d'émissions naturelles de COVNM : ces émissions ne sont pas prises en compte dans le secteur agricole, mais dans le secteur des émissions biotiques.*

*De même, les émissions liées à l'utilisation de pesticides ne sont pas présentées ici mais font l'objet d'un rapport spécifique.*

#### 1.2.4 Les émissions liées aux engins agricoles

Les tracteurs, en raison de leur consommation de gazole, sont à l'origine de tout les polluants couramment émis lors des processus de combustion (NOx, CO<sub>2</sub>, CO, PM,...). Des poussières sont également émises par abrasion mécanique des pneumatiques et garnitures de freins en plus de celles émises par combustion. Des ions métalliques (zinc, fer, cuivre, manganèse, vanadium, plomb...) sont adsorbés ou condensés à la surface de ces particules et jouent un rôle important dans la toxicité de l'aérosol.

Par manque de données, seules les émissions de métaux lourds liées à des combustions de carburants sont prises en compte, celles issues des phénomènes d'abrasion mécanique sont négligées.

## Table des tableaux

Les émissions sont estimées à partir du parc de tracteurs et moissonneuses batteuses du RGA 2000 [1], tenant compte de la puissance des machines.

Pour les besoins des calculs, les heures d'utilisations annuelles par machine ont été estimées à 320 heures pour les tracteurs et 100 heures pour les moissonneuses-batteuses.

*A noter : le matériel motorisé utilisé en sylviculture, ainsi que les bateaux de pêche n'ont pas été pris en compte par manque de données.*

### 1.2.5 Les émissions liées aux chaudières des bâtiments agricoles

Les chaudières des bâtiments agricoles sont également à l'origine de l'émission de tous les polluants classiquement émis lors des processus de combustion. Les émissions sont estimées à partir des données de livraison de combustibles au secteur agricole. Par défaut, les livraisons sont assimilées aux consommations.

Les émissions calculées pour la région sont ensuite distribuées par commune en fonction du nombre d'UTH fourni par le RGA[1].

### 1.2.6 Récapitulatif des polluants pris en compte par type d'émission

Polluants	Elevage			Cultures	Engins agricoles	Chaudières	Source pour les facteurs d'émissions
	Fermentation entérique	Gestion des déjections animales	Emissions de poussières				
CH <sub>4</sub>	[3]	[4]					[3], [4]
N <sub>2</sub> O		[4]		[3], [9]			[3], [4], [9]
NH <sub>3</sub>		[3]		[3], [9]			[3], [9]
NOx		*		[3], [9]	[3]	[3], [10]	[3], [9], [10]
PTS			[7], [8]	[6]	[9]	[3], [10]	[6], [7], [8], [9], [10]
PM10			[7], [8]	[6]	[7], [9]	[3], [10]	[7], [6], [8], [9], [10]
PM2.5			[7], [8]	[6]	[7], [9]	[3], [10]	[7], [6], [8], [9], [10]
PM1			*	*	[7]	[3], [10]	[7], [10]
CO					[3]	[3], [10]	[3], [10]
SO <sub>2</sub>					[3]	[3], [10]	[3], [10]
COVNM		*			[3]	[3], [10]	[3], [10],
Cd					[3], [15]	[9]	[3], [15], [9]
Cr					[3], [15]	[9]	[3], [15], [9]
Cu					[3], [15]	[9]	[3], [15], [9]
Ni					[3], [15]	[9]	[3], [15], [9]
Pb					[3], [15]	[9]	[3], [15], [9]
Zn					[3], [15]	[9]	[3], [15], [9]
Se					[3], [15]	[9]	[3], [15], [9]
Hg					[3], [15]	[9]	[3], [15], [9]
benzène					[3]		[3]
HAP					[3]		[3]

Tableau I-1 : Récapitulatif des polluants pris en compte par type d'émission

\* négligé par manque de données.

### 1.3 Les polluants pris en compte dans les émissions agricoles

#### **I.3.1.1 Polluants ayant un impact sanitaire et environnemental**

##### Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)

Les oxydes d'azote (communément définis comme NO<sub>x</sub> = NO + NO<sub>2</sub>) proviennent essentiellement de la combustion des énergies fossiles, principalement par les véhicules automobiles. Le monoxyde d'azote (NO) se forme par combinaison de l'azote (N<sub>2</sub>) et de l'oxygène (O<sub>2</sub>) atmosphériques lors des combustions à hautes températures. Le monoxyde d'azote (NO) est rapidement oxydé en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) par réaction avec d'autres oxydants de l'air.

##### Le monoxyde de carbone (CO)

Gaz toxique, incolore, non irritant, et inodore, le monoxyde de carbone se forme lors de la combustion incomplète de matières carbonées. Il constitue un bon indicateur d'exposition à la circulation automobile. A court terme, le monoxyde de carbone se transforme en dioxyde de carbone.

##### Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)

Les composés organiques volatils (ou COV) regroupent une multitude de substances qui peuvent être d'origine biogénique (origine naturelle) ou anthropogénique (origine humaine). Ils sont toujours composés de l'élément carbone et d'autres éléments tels que l'hydrogène, les halogènes, l'oxygène, le soufre...

Leur volatilité leur confère l'aptitude de se propager plus ou moins loin de leur lieu d'émission, entraînant ainsi des impacts directs et indirects sur les animaux et la nature. Il est fréquent de distinguer séparément le méthane (CH<sub>4</sub>) qui est un COV particulier, naturellement présent dans l'air, des autres COV pour lesquels on emploie la notation COVNM (Composés Organiques Volatils Non Méthaniques). Les COVNM comprennent 210 espèces et 23 grandes familles.

##### Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

Gaz incolore, il est un sous-produit de combustion du soufre contenu dans des matières organiques. Les émissions de SO<sub>2</sub> sont donc directement liées aux teneurs en soufre des combustibles. C'est un marqueur traditionnel de la pollution d'origine industrielle. La pollution par le SO<sub>2</sub> est généralement associée à l'émission de particules ou fumées noires.

##### L'ammoniac (NH<sub>3</sub>)

L'ammoniac est un gaz incolore moins lourd que l'air, très soluble dans l'eau. Il est irritant et lacrymogène. L'ammoniac est un des polluants responsables de l'acidification des milieux. Il est principalement émis par l'agriculture avec les cultures (utilisation d'engrais azotés) et l'élevage.

##### Les poussières

Les particules en suspension constituent un ensemble très hétérogène, variable selon les sources d'émissions et selon la saison. On y retrouve principalement : des éléments minéraux liés à l'érosion de matériaux (sols, bâtiments) ou à la remise en suspension de particules déposées sur le sol ; des noyaux carbonés issus des processus de combustion, intimement liés à des composés organiques produits lors des combustions incomplètes ; des sulfates SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ou nitrates NO<sub>3</sub><sup>-</sup> résultant des transformations des oxydes de soufre ou d'azote émis par

différentes sources ; ou encore des sels d'ammonium produits par la neutralisation des aérosols acides par l'ammonium présent dans l'air du fait de l'activité biologique.

Des ions métalliques (zinc, fer, cuivre, manganèse, vanadium, plomb...) sont aussi adsorbés ou condensés à la surface de ces particules et jouent un rôle sans doute important dans la toxicité de l'aérosol.

### Les métaux lourds

On appelle en général métaux lourds les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes caractérisés par une masse volumique élevée, supérieure à 5 grammes par  $\text{cm}^3$ .

L'impact toxicologique des métaux lourds dépend de leur forme chimique, de leur concentration, du contexte environnemental, de la possibilité de passage dans la chaîne du vivant.

On distingue en particulier les trois métaux mercure, plomb, cadmium, pour lesquels d'une part on n'a pas pu mettre en évidence de rôle positif pour l'activité biologique, et qui d'autre part peuvent être à l'origine de maladies graves ; par exemple l'absorption de plomb provoque le saturnisme, particulièrement grave chez l'enfant. Il serait abusif de mettre sur le même plan que ces trois métaux des métaux considérés comme bio-compatibles et utilisés en chirurgie ou dentisterie comme le titane et l'or, ou des métaux communs comme le fer. D'autres métaux peuvent être toxiques sous certaines formes (chrome, cuivre, ...).

### Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les **hydrocarbures aromatiques polycycliques**, communément appelés HAP, sont une famille de composés chimiques constitués d'atomes de carbone et d'hydrogène dont la structure des molécules comprend au moins deux cycles aromatiques condensés.

Les HAP purs sont des substances colorées et cristallines à température ambiante. Les propriétés physiques des HAP varient selon leur masse moléculaire et leur structure. À l'exception du naphthalène, les HAP sont très hydrophobes, et donc leurs solubilités dans l'eau sont faibles. Parallèlement, leurs coefficients de partage octanol/eau ( $K_{ow}$ ) sont relativement élevés, témoignant d'un important potentiel d'adsorption sur les matières organiques particulières en suspension dans l'air ou dans l'eau, ainsi que d'un fort potentiel de bioconcentration dans les organismes.

## I.3.1.2 Polluants ayant un impact climatique

### Le Méthane ( $\text{CH}_4$ )

Le méthane est un gaz qui contribue fortement à l'effet de serre, avec un pouvoir de réchauffement global (PRG) 21 fois supérieur à celui du  $\text{CO}_2$ . Sa durée de vie dans l'atmosphère est d'environ 12 ans. Il est principalement émis sur la région par l'élevage et les décharges. Il s'agit alors de biogaz issu de la fermentation de matières organiques animales ou végétales en l'absence d'oxygène.

Il est également émis en faibles quantités lors des combustions, et c'est pourquoi les transports routiers sont source de méthane, mais dans de faibles proportions.

### Le protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ )

Le protoxyde d'azote est un gaz à effet de serre très stable et non toxique. Il contribue à l'effet de serre, son pouvoir de réchauffement global est 310 fois supérieur à celui du  $\text{CO}_2$ .

De même que le méthane, les combustions d'énergies ne sont pas les sources principales d'émissions de N<sub>2</sub>O.

II.1 Polluants ayant un impact sanitaire et environnemental

## II.1.1 La pollution acide, l'eutrophisation et la pollution photochimique

*Les pluies acides*

Le dioxyde de **soufre** (SO<sub>2</sub>) et les **oxydes d'azotes** (NO<sub>x</sub>) sont les principaux polluants en cause dans la formation des pluies acides. D'autres polluants peuvent contribuer aux pluies acides, notamment l'**ammoniac** (NH<sub>3</sub>) émis principalement par les activités agricoles, et dans une moindre mesure par l'industrie.

*La pollution photochimique.*

La pollution photochimique (ou pollution photo-oxydante) est un ensemble de phénomènes complexes qui conduisent à la formation d'ozone troposphérique et d'autres composés oxydants (aldéhydes, composés organiques nitrés, acide nitrique,...) à partir de polluants primaires ou précurseurs : **oxydes d'azote** (NO<sub>x</sub>) et **composés organiques volatils** (COV) et d'énergie apportée par le rayonnement Ultra Violet (UV) solaire. Le **monoxyde de carbone** (CO) participe également à la formation de l'ozone troposphérique. Ces phénomènes ont lieu dans les couches d'air proches du sol et dans la troposphère libre, où l'ozone, gaz agressif et à fort pouvoir oxydant, provoque toux, altération pulmonaire et irritations oculaires, surtout chez les enfants et les asthmatiques.

*L'eutrophisation*

L'eutrophisation est due à un apport excessif en nutriments, notamment en azote d'origine atmosphérique (**oxydes d'azote** (NO<sub>x</sub>) et **ammoniac** (NH<sub>3</sub>)), et en matières organiques biodégradables issues de l'activité humaine. Elle s'observe surtout dans les milieux aquatiques, où elle conduit à une diminution de la biodiversité floristique et faunistique et peut mener à terme à la mort de l'écosystème.

*Effet sur la santé*

Outre les effets sur l'environnement, certains de ces polluants ont également des effets nuisibles sur la santé humaine. C'est le cas du **dioxyde d'azote** (NO<sub>2</sub>), qui peut dès 200 µg/m<sup>3</sup>, entraîner une altération de la fonction respiratoire, ou du **monoxyde d'azote** (NO), gaz irritant pour les bronches. Le **dioxyde de soufre** (SO<sub>2</sub>) est un agent irritant. L'ammoniac est un gaz irritant, lacrymogène. Le cas des **composés organiques volatils** (COV) est plus complexe : certains composés organiques tels que les aromatiques, les oléfines provoquent des irritations des yeux. Les aldéhydes sont de puissants irritants des muqueuses. D'autres tels que le benzène, sont cancérigènes.

II.1.2 L'ammoniac (NH<sub>3</sub>)

Le secteur agricole est de très loin le premier émetteur d'ammoniac de la région. En 2000, les émissions agricoles de NH<sub>3</sub> représentaient 96% des émissions de Poitou-Charentes[11].

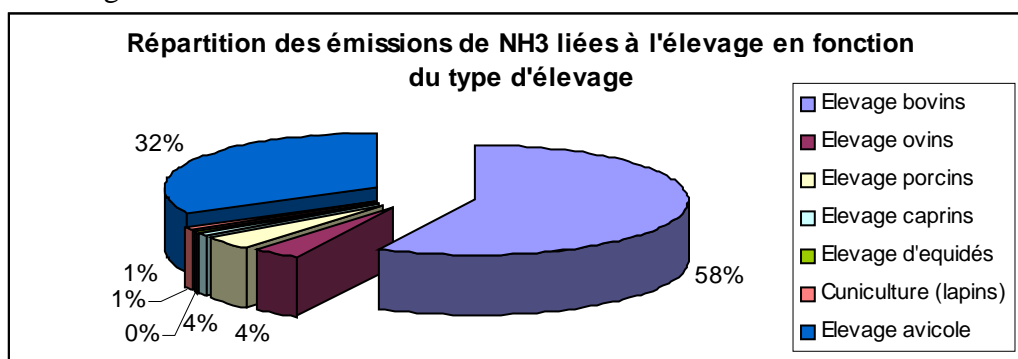
	NH <sub>3</sub> en tonne/an	Population 1999 (INSEE)	NH <sub>3</sub> en tonne/habitant
Charente	5 529	339 628	0.016
Charente-maritime	4 980	557 024	0.009
Deux-Sèvres	14 209	334 392	0.042
Vienne	4 991	399 024	0.013
<b>Région Poitou-Charentes</b>	<b>29 710</b>	<b>1 630 068</b>	<b>0.018</b>

Tableau II-4 Emissions de NH<sub>3</sub> liées à l'agriculture en 2003

Les émissions d'ammoniac sont dues pour les deux tiers environ à l'élevage, lors du stockage et de la gestion des déjections.

On estime ainsi qu'en moyenne une vache laitière est à l'origine de 24,6 kg d'ammoniac sur une année et une truie adulte de 16,4 kg d'ammoniac.

En raison du nombre d'élevages avicoles sur la région Poitou-Charentes, les volailles représentent la seconde catégorie d'animaux les plus émetteurs d'ammoniac sur la région après les élevages bovins.

Figure II-4 : Répartition des émissions de NH<sub>3</sub> liées à l'élevage en fonction du type d'élevage en Poitou-Charentes

Environ un tiers des émissions d'ammoniac proviennent des sols agricoles, en raison des fumures azotées.

Emissions d'ammoniac en tonne/an	Elevage	Cultures
Poitou-Charentes	19 446	10 264

Tableau II-5 : Répartition des émissions de NH<sub>3</sub> agricoles par sources

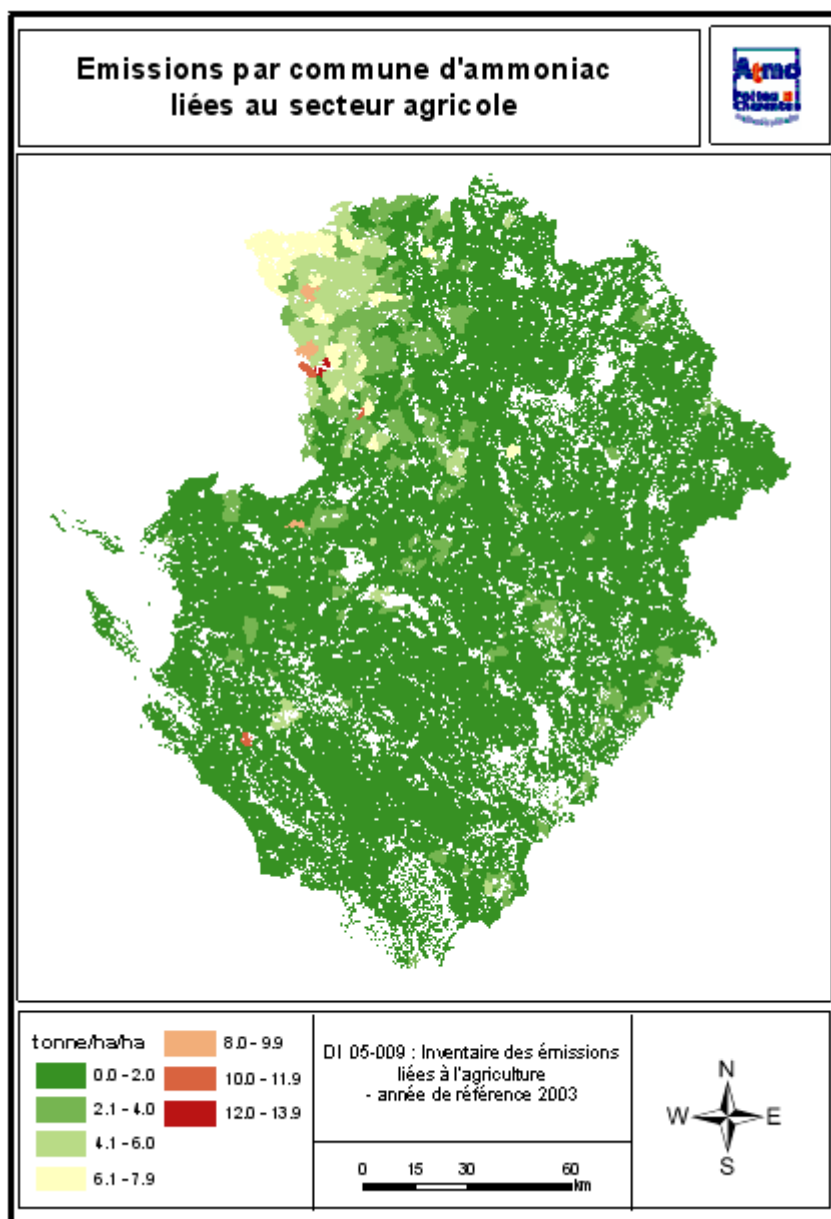


Figure II-1 : Emissions par commune d'ammoniac lié au secteur agricole

## II.1.3 Les oxydes d'azote (NOx)

Le secteur agricole est un émetteur non négligeable d'oxydes d'azote (NO + NO<sub>2</sub>), puisqu'en 2000, il représentait 18% des émissions de la région [11].

	<b>NOx en tonne/an</b>	<b>Population 1999 (INSEE)</b>	<b>NOx en tonne/habitant</b>
Charente	1 996	339 628	0.006
Charente-maritime	1 669	557 024	0.003
Deux-Sèvres	2 090	334 392	0.006
Vienne	1 486	399 024	0.004
<b>Région Poitou-Charentes</b>	<b>7 241</b>	<b>1 630 068</b>	<b>0.004</b>

Tableau II-4 Emissions de NOx liées à l'agriculture en 2003

Les oxydes d'azotes du secteur agricole sont émis par combustion (engins agricoles, chaudières) et par des procédés bactériens sous forme de monoxyde d'azote (NO) à partir de l'azote contenu dans les sols.

Emissions d'oxydes d'azote en tonne/an	Chaudières agricoles	Cultures	Engins agricoles
Poitou-Charentes	134	2 646	4 461

Tableau II-1 : répartition des émissions de NOx agricoles par source

La répartition des émissions d'oxydes d'azote est relativement homogène sur la région Poitou-Charentes, avec cependant des émissions un peu plus élevées sur les deux Sèvres et sur les environs de Cognac.

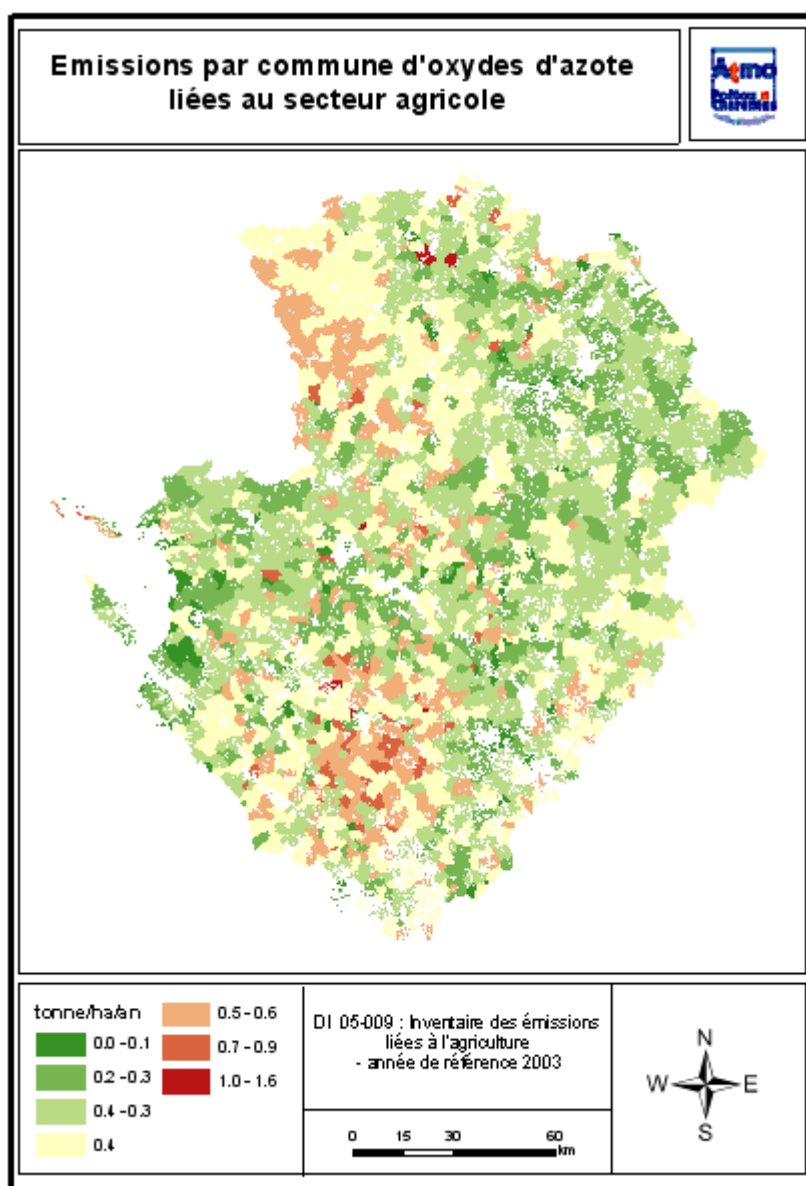


Figure II-2 : Emissions d'oxydes d'azote liées au secteur agricole en 2003

II.1.4 Les autres polluants (SO<sub>2</sub>, COVNM, CO)

Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les composés organiques volatils (COVNM) et le monoxyde de carbone (CO) sont émis en faibles quantités par le secteur agricole. Elles sont dues aux consommations de combustibles fossiles pour les engins agricoles et les chaudières des bâtiments agricoles.

*A noter : les parties végétales des cultures sont à l'origine d'émissions de quantités importantes de COVNM, qui ne sont pas pris en compte dans le secteur agricole, mais dans celui des émissions biotiques.*

	SO <sub>2</sub> en tonne/an	COVNM en tonne/an	CO en tonne/an
Charente	104	183	419
Charente-maritime	92	158	361
Deux-Sèvres	102	178	407
Vienne	68	127	289
<b>Région Poitou-Charentes</b>	<b>365</b>	<b>647</b>	<b>1 476</b>
<b>% des émissions totales de la région en 2000 [11]</b>	<b>3%</b>	<b>1%</b>	<b>4%</b>

Tableau II-2 : Emissions de SO<sub>2</sub>, COVNM et CO liées à l'agriculture en 2003 sur la région Poitou-Charentes

## II.1.5 Spéciation de COVNM : Le benzène et les HAP

Le secteur agricole est faiblement émetteur de benzène et de HAP. Les données ne sont ici fournies que dans un souci d'exhaustivité et de cohérence de l'inventaire des émissions.

Quatre HAP sont définis par le protocole d'Aarhus et par le règlement n°850/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 Avril 2004 :

- ❖ benzo(a)pyrène,
- ❖ benzo(b)fluoranthène,
- ❖ benzo(k)fluoranthène
- ❖ indeno(1,2,3-cd)pyrène.

		Emissions en kg/an
benzène		452
HAP	benzo(a)pyrène	2,66
	benzo(b)fluoranthène	4,43
	benzo(k)fluoranthène	
	indeno(1,2,3-cd)pyrène.	

Tableau II-3 : Emissions de benzène et HAP liées à l'agriculture en 2003 en Poitou-Charentes

## II.1.6 Les particules en suspension

L'agriculture est la première source d'émissions de poussières de la région. En 2000, le secteur représentait 57% des émissions de particules totales de la région [12].

	TSP en tonne/an	Population 1999 (INSEE)	TSP en tonne/habitant
<b>16</b>	8 596	339 628	0.025
<b>17</b>	9 910	557 024	0.018
<b>79</b>	9 412	334 392	0.028
<b>86</b>	9 456	399 024	0.024
<b>Région Poitou-Charentes</b>	<b>37 374</b>	<b>1 630 068</b>	<b>0.023</b>

Tableau II-4 : Emissions de particules totales en suspension en 2003 liées à l'agriculture en Poitou-Charentes

Les émissions de particules sont très majoritairement liées aux cultures, en raison des labours.

	Chaudières	Elevage	Cultures	Engins agricoles	Total
<b>TSP en tonne/an</b>	12.6	1 078.6	34 012.8	2 269.9	37 373.9

Tableau II-5 : Emissions de TSP par type de sources en 2003 sur le Poitou-Charentes

Le tableau suivant présente la distribution granulométrique des émissions de particules du secteur agricole.

	TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>1</sub>
<b>16</b>	8 596	2 768	670	129
<b>17</b>	9 910	3 136	705	111
<b>79</b>	9 412	3 091	731	125
<b>86</b>	9 456	2 963	638	89
<b>Région Poitou-Charentes</b>	<b>37 374</b>	<b>11 958</b>	<b>2 745</b>	<b>454</b>

Tableau II-6 : Granulométrie des émissions de particules liées à l'agriculture en 2003 sur la région Poitou-Charentes

Les particules émises par le secteur agricole sont majoritairement des particules de grandes tailles : plus des deux tiers ont un diamètre supérieur à 10µm. Ce sont les particules les moins nocives, car elles sont retenues dans les voies respiratoires supérieures.

Celles dont le diamètre est inférieur à 2.5 µm sont plus dangereuses, mais ne représentent que 7% des émissions des poussières totales. En 2000 à l'échelle régionale, le secteur agricole représentait 33% des émissions de PM<sub>2.5</sub>[12].

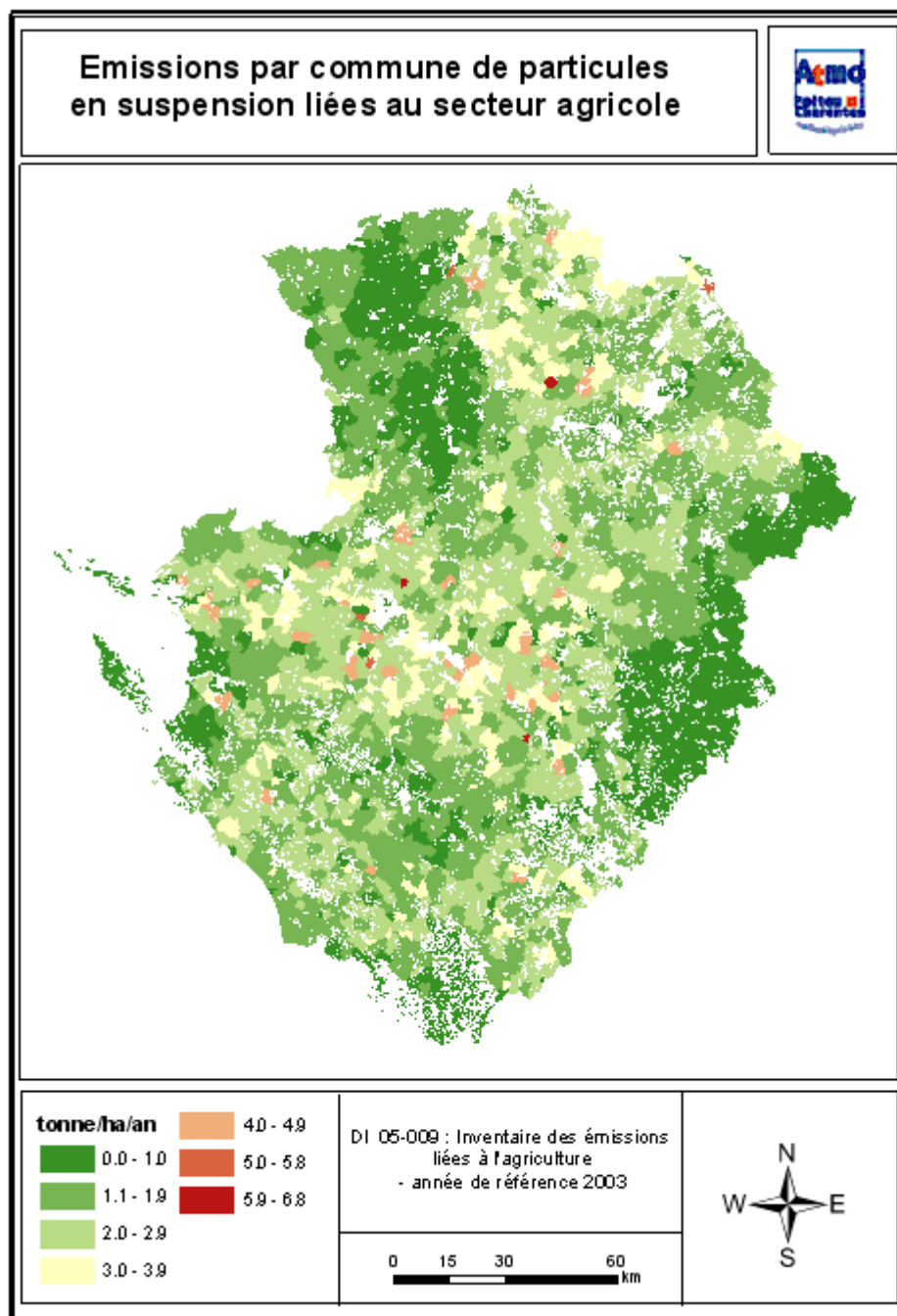


Figure II-3 : Cartographie des émissions communales de TSP en 2003 en Poitou-Charentes

## II.1.7 Les métaux lourds

Le secteur agricole est un faible émetteur de métaux lourds, quel que soit l'élément considéré. Ils sont émis lors de l'utilisation des engins agricoles (consommation de diesel), ou lors de la combustion de fioul domestique pour le chauffage des bâtiments.

	ZN	SE	CU	CR	NI	Hg	CD
Emissions en kg/an	88.68	0.89	150.76	4.43	6.21	0.64	2.15

Tableau II-7 : Emissions de métaux lourds liées à l'agriculture en 2003 en Poitou-Charentes

## II.2 Polluants ayant un impact climatique

### II.2.1 L'effet de serre

L'effet de serre est un phénomène avant tout naturel de piégeage par l'atmosphère du rayonnement de chaleur émis par la terre sous l'effet des rayons solaires. Sans lui, la température moyenne à la surface de la terre serait de -18°C au lieu des 15°C enregistrés actuellement.

Le groupe de gaz responsables de ce phénomène est présent dans l'atmosphère à l'état de trace: il s'agit pour l'essentiel de la vapeur d'eau, du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>), du méthane (CH<sub>4</sub>) et du protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), mais aussi des CFC (chlorofluorocarbures), des SF<sub>6</sub> et de l'ozone. C'est parce que les teneurs atmosphériques du CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O sont naturellement très faibles que les émissions dues aux activités humaines sont en mesure de les modifier sensiblement, entraînant à priori, un renforcement de l'effet de serre, et par suite, des modifications du climat.

### II.2.2 Le méthane (CH<sub>4</sub>)

Le secteur agricole, et plus précisément l'élevage est en Poitou Charentes la première source d'émissions atmosphériques de méthane.

	CH <sub>4</sub> en tonne/an	Population 1999 (INSEE)	CH <sub>4</sub> en tonne/habitant
Charente	12 841	339 628	0.04
Charente-maritime	9 112	557 024	0.02
Deux-Sèvres	30 947	334 392	0.09
Vienne	13 684	399 024	0.03
<b>Région Poitou-Charentes</b>	<b>66 584</b>	<b>1 630 068</b>	0.04

Tableau II-8 : Emissions de CH<sub>4</sub> liées à l'agriculture en 2003

Le méthane est un gaz qui contribue fortement à l'effet de serre, avec un pouvoir de réchauffement global (PRG) 21 fois supérieur à celui du CO<sub>2</sub>. Sa durée de vie dans l'atmosphère est d'environ 12 ans. Il est principalement émis sur la région par l'élevage et les décharges. Il s'agit alors de biogaz issu de la fermentation de matières organiques animales ou végétales en l'absence d'oxygène.

Il est également émis en faibles quantités lors des combustions, mais dans le secteur agricole, ce mode d'émissions est négligeable face aux quantités émises par l'élevage.

En 2000, les émissions de méthane liées à l'agriculture représentaient 63 % des émissions de méthane de la région (source [11]).

83% des émissions de méthane liées à l'élevage sont due à la fermentation entérique, principalement celle des gros bovins. On estime en effet qu'une vache laitière émet en moyenne 100 kg de méthane par an uniquement par fermentation entérique [4]. Si l'on ajoute également les émissions de méthane liée à la gestion de ses déjections, une vache laitière émet au total en moyenne 144 kg de méthane par an ([4], [10]).

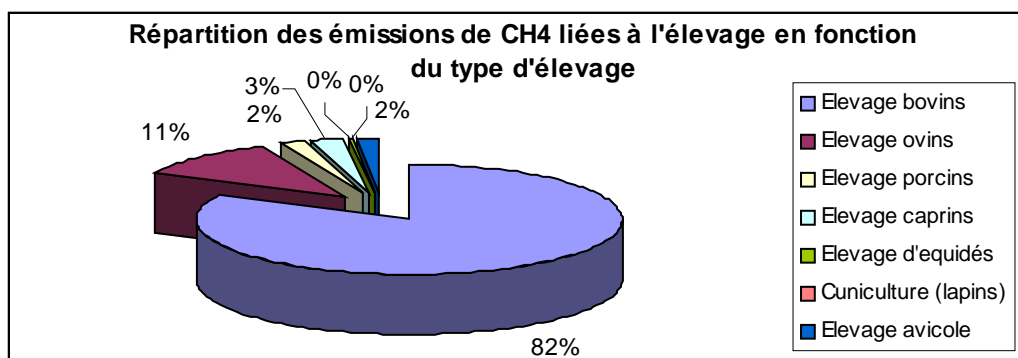
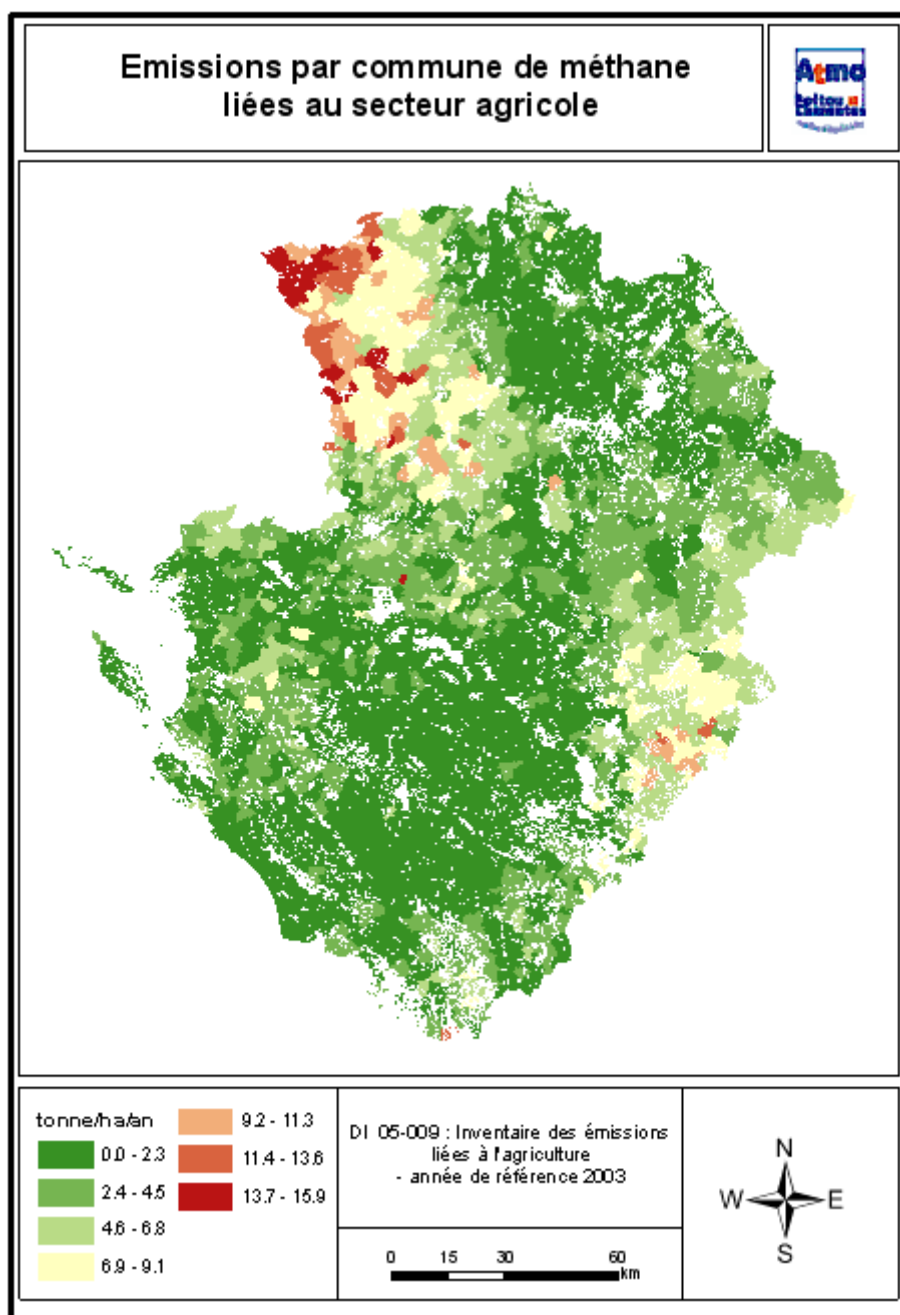


Figure II-4 Répartition des émissions de CH<sub>4</sub> agricoles en Poitou-Charentes par type d'élevage

La cartographie des émissions de méthane par commune montre selon toute logique des valeurs élevées dans les zones d'élevage que sont les Deux-Sèvres et le nord-est de la Charente. Seules les surfaces agricoles, identifiées à partir d'interprétation d'image satellites sont représentées sur la carte.

Figure II-5 Cartographie des émissions communales de CH<sub>4</sub> liées à l'agriculture en 2003

### II.2.3 Le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O)

Le secteur agricole est également la première source d'émission de protoxyde d'azote de la région.

	N <sub>2</sub> O en tonne/an	Population 1999 (INSEE)	N <sub>2</sub> O en kg/habitant
Charente	1 520	339 628	4.48
Charente-maritime	1 285	557 024	2.31
Deux-Sèvres	1 862	334 392	5.57

## Table des tableaux

Vienne	1 430	399 024	3.58
<b>Région Poitou-Charentes</b>	<b>6 097</b>	<b>1 630 068</b>	<b>3.74</b>

Tableau II-9 : Emissions de N<sub>2</sub>O liées à l'agriculture en 2003

Ce n'est plus, comme dans le cas du méthane, l'élevage mais les cultures qui émettent le plus de N<sub>2</sub>O, en raison de la transformation de l'azote des engrais dans les sols.

Emissions de protoxyde d'azote en tonne/an	Elevage	Cultures	Autres (tracteurs,..)
Poitou-Charentes	539	5 442	116

Tableau II-10 : Répartition des émissions de N<sub>2</sub>O agricoles par sources

En 2000, les émissions de protoxyde d'azote liées à l'agriculture représentaient 95% des émissions de protoxyde d'azote de la région [11].

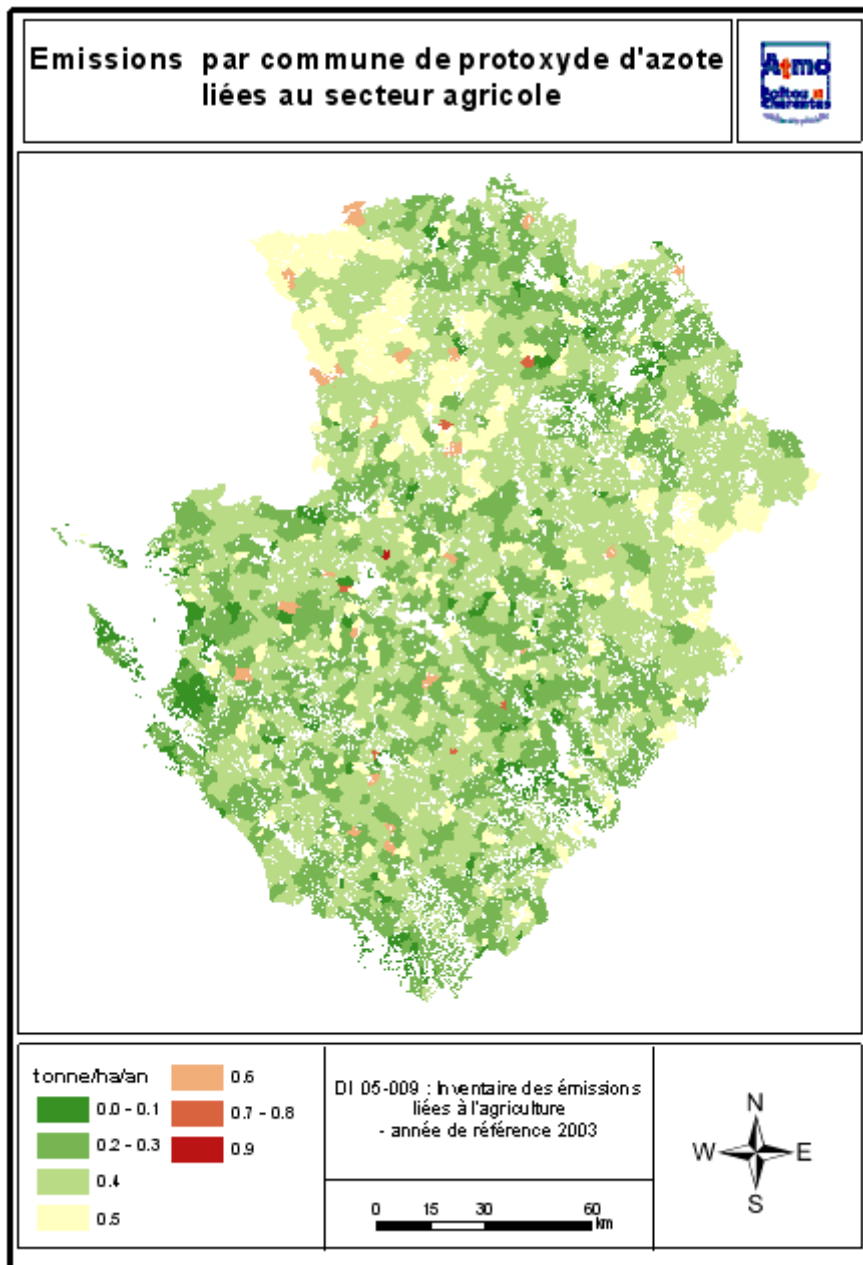


Figure II-6 Cartographie des émissions communales de N<sub>2</sub>O liées à l'agriculture en 2003

Les émissions de N<sub>2</sub>O sont mieux réparties sur la région que les émissions de méthane, puisque l'on trouve des terres en cultures sur l'ensemble de la région.

## Conclusions

Les émissions du secteur agricole ne sont pas majoritairement liées à des consommations d'énergies, mais plutôt à des processus naturels de dégradation bactériologique. L'élevage est la première source de méthane, protoxyde d'azote, ammoniac et particules de la région Poitou-Charentes.

Le méthane est majoritairement émis par l'élevage, en particulier par les ruminants. Le protoxyde d'azote, autre gaz à effet de serre est lié à la transformation de l'azote dans les sols agricoles, et également à la gestion des déjections animales.

En raison des fortes quantités de méthane et protoxyde d'azote émises par le secteur, l'agriculture représente une part importante des émissions de gaz à effet de serre de la région; Il s'agit cependant d'un secteur sur lequel il est peu aisé d'intervenir pour réduire les émissions et agir sur l'effet de serre.

L'ammoniac provient pour les deux tiers de l'élevage, et pour un tiers de l'azote des sols agricoles. Les particules sont majoritairement émises lors du travail des terres agricoles (labours, moissons). Cependant, les deux tiers de ces particules sont de taille supérieure à 10 µm et sont en conséquence retenues par les voies respiratoires supérieures.

	Chaudières	Elevage	Cultures	Engins agricoles	Total en 2003	Evolution par rapport à 2000
<b>Polluants ayant un impact sanitaire et environnemental en tonne/an</b>						
NOX	134		2 646	4 461	<b>7 241</b>	<b>-1%</b>
CO	57			1 419	<b>1 476</b>	<b>0%</b>
NH3		19 446	10 264		<b>29 710</b>	<b>-1%</b>
COVM	2			645	<b>647</b>	<b>0%</b>
SO2	120			246	<b>365</b>	<b>0%</b>
<b>Gaz à effet climatique en tonne/an</b>						
N2O	2	539	5 442	114	<b>6 097</b>	<b>-2%</b>
CH4		66 584			<b>66 584</b>	<b>0%</b>
<b>Particules en suspension en tonne/an</b>						
PM	13	1 079	34013	2270	<b>37 374</b>	
PM10	10	465	10 154	1 328	<b>11 958</b>	
PM2.5	4	115	1 716	910	<b>2 745</b>	
PM1	3			451	<b>454</b>	
<b>Métaux lourds en kg/an</b>						
CU					<b>151</b>	
CR					<b>4.4</b>	
NI					<b>6.2</b>	
SE					<b>0.89</b>	
CD					<b>2.15</b>	
ZN					<b>89</b>	
<b>Benzène en kg/an</b>						
benzène					<b>452</b>	
<b>HAP en kg/an</b>						
HAP					<b>7</b>	

Tableau II-11 : Récapitulatif des émissions liées à l'agriculture

Table des figures

Figure II-1 : Emissions par commune d'ammoniac lié au secteur agricole ..... 14  
 Figure II-2 : Emissions d'oxydes d'azote liées au secteur agricole en 2003..... 15  
 Figure II-3 : Cartographie des émissions communales de TSP en 2003 en Poitou-Charentes 18  
 Figure II-4 Répartition des émissions de CH<sub>4</sub> agricoles en Poitou-Charentes par type d'élevage  
 ..... 20  
 Figure II-5 Cartographie des émissions communales de CH<sub>4</sub> liées à l'agriculture en 2003 .... 21  
 Figure II-6 Cartographie des émissions communales de N<sub>2</sub>O liées à l'agriculture en 2003.... 23

Table des tableaux

Tableau I-1 : Récapitulatif des polluants pris en compte par type d'émission ..... 8  
 Tableau II-1 : répartition des émissions de NO<sub>x</sub> agricoles par source..... 15  
 Tableau II-2 : Emissions de SO<sub>2</sub>, COVNM et CO liées à l'agriculture en 2003 sur la région  
 Poitou-Charentes ..... 16  
 Tableau II-3 : Emissions de benzène et HAP liées à l'agriculture en 2003 en Poitou-Charentes  
 ..... 16  
 Tableau II-4 : Emissions de particules totales en suspension en 2003 liées à l'agriculture en  
 Poitou-Charentes ..... 17  
 Tableau II-5 : Emissions de TSP par type de sources en 2003 sur le Poitou-Charentes..... 17  
 Tableau II-6 : Granulométrie des émissions de particules liées à l'agriculture en 2003 sur la  
 région Poitou-Charentes ..... 17  
 Tableau II-7 : Emissions de métaux lourds liées à l'agriculture en 2003 en Poitou-Charentes  
 ..... 18  
 Tableau II-8 : Emissions de CH<sub>4</sub> liées à l'agriculture en 2003 ..... 19  
 Tableau II-9 : Emissions de N<sub>2</sub>O liées à l'agriculture en 2003 ..... 22  
 Tableau II-10 : Répartition des émissions de N<sub>2</sub>O agricoles par sources ..... 22  
 Tableau II-13 : Récapitulatif des émissions liées à l'agriculture ..... 24

Bibliographie

- [1] Recensement Général Agricole 2000 , SCEES
- [2] Les tableaux de l'économie en Poitou-Charentes, INSEE 2005
- [3] EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 3rd edition
- [4] IPCC/OECD/IEA (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1997).
- [5] Emissions gazeuses en élevage porcin et modes de réduction : revue bibliographique, Degré et al., Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2001 5(3), 135-143
- [6] EPA
- [7] TNO – Etude CEPMEIP relative aux émissions de particules, 2001
- [8] IIASA – A framework to estimate the potential and costs for the control of fine particulate emissions in Europe, Interim report IR-01-023 – 2001
- [9] OFEFP - Coefficients d'émissions des sources stationnaires
- [10] OMINEA
- [11] Cadastre des émissions de la région Poitou-Charentes pour l'année de référence 2000, ATMO Poitou-Charentes.
- [12] CITEPA, Inventaire Départementale France 2000
- [13] EPA, Emission Factor Documentation for AP-42, section 9.2.2, Pesticide Application, Final report, 1994.
- [14] ACTA, Index phytosanitaire ACTA 2001
- [15] Etude sur l'émissions et le transfert dans les eaux et les sols des éléments traces métalliques et des hydrocarbures en domaine routier., thèse de C. PAGOTTO, ESIP, novembre 1999 (p119)