

**Etat de l'Environnement Wallon - Fascicule consacré
aux industries**

Chapitre II : Pressions

Auteurs :

NICOLAS, Jacques, ROUSSEL, Laurence

Fondation Universitaire Luxembourgeoise

Rapport réalisé pour la Région wallonne (DGARNE)

1999

Table des Matières

Introduction :	5
Air	5
Eau	48
Déchets	69
Sol	93
Bruit et vibrations	102
Odeurs	108
Organismes génétiquement modifiés (OGM)	120
Accidents	128

Abréviations

ADN : Acide désoxyribonucléique
BTX : Benzène – Toluène – Xylène
CEDSTAT : Nomenclature Statistique des Déchets basée sur le Catalogue Européen des Déchets
CEN : Comité Européen de Normalisation
CET : Centre d'Enfouissement Technique
CFC : ChloroFluoroCarbures
COP : Composés Organiques Persistants
CORINAIR : partie "air" du programme européen CORINE (CO-oRdination d'Information Environnementale)
COV : Composés Organiques Volatils
COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (voir aussi NMVOC)
DBO : Demande Biologique en Oxygène
DCO : Demande Chimique en Oxygène
DGATLP : Direction Générale de l'Aménagement du Territoire, du Logement et du Patrimoine (Ministère de la Région wallonne)
DGRNE : Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (Ministère de la Région wallonne)
DIB : Déchets Industriels Banals
DPA : Division de la Prévention et des Autorisations (Ministère de la Région wallonne)
DPE : Division de la Police de l'Environnement (Ministère de la Région wallonne)
EPA : Environmental Protection Agency (USA)
ESB : Encéphalopathie Spongiforme Bovine (maladie de la vache folle)
GWP : Global Warming Potential (voir PGE)
HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HCB : HexaChloroBenzène
HCFC :HydroChloroFluoroCarbures
HCH : HexaChlorocycloHexane
HFC : HydroFluoroCarbures
IPCC : Intergovernment Panel on Climate Change
LPG : Liquid Petroleum Gas (gaz de pétrole)
MES : Matières En Suspension
MIC : Methyl-IsoCyanate (composant essentiel des pesticides)
MIOM : Mâchefers d'Incinérateurs d'Ordures Ménagères
MNZ : commission technique Mer du Nord
NMVOC : Non-Methane Volatile Organic Compounds (voir COVNM)
ODP : Ozone Depletion Potential (voir PAO)
OGM : Organisme Génétiquement Modifié
OWD : Office Wallon des Déchets
PAO : Potentiel d'Appauvrissement de la couche d'Ozone (voir ODP)
PCB : PolyChloroBiphényles
PCT : PolyChloroTerphényles
PCP : PentaChloroPhénol
PER : PERchloroéthylène (tétrachloroéthylène)
PGE : Potentiel Global d'Effet de Serre (voir GWP)
POP : Persistent Organic Pollutant
pOU : pouvoir olfactif
PPB (v ou m) : Part Per Billion (10^9) (en volume ou en masse)
PPM (v ou m) : Part Per Million (10^6) (en volume ou en masse)
PPT(v ou m) : Part Per Trillion (10^{12}) (en volume ou en masse)
REFIOM : Résidus d'Épuration des Fumées d'Incinérateurs d'Ordures Ménagères

RGPT : Règlement Général de la Protection du Travail
SAED : Site d'Activités Economiques Désaffecté
SAU : Surface Agricole Utilisée
SBB : Service de Biotechnologie et Biosécurité
SNAP : Special Nomenclature for Air Pollution
TCB : TriChloroBenzène
TCDD : TétraChloroDibenzo-paraDioxine
TCE : TriChloroEthane
TCM : TetraChloroMéthane
TEQ : Toxic Equivalent (concentration, en équivalent toxique, en considérant la 2,3,7,8 TCDD comme référence)
TRI : TRIchloroéthylène

2. Pression

INTRODUCTION

Les pressions des activités humaines sur l'environnement sont traditionnellement présentées par compartiments : air, eau, sol, déchets, bruit, odeurs. Le présent fascicule de l'Etat de l'Environnement Wallon reste fidèle à ce type de découpage, qui permet d'appréhender les problèmes environnementaux de manière claire et systématique. Chaque chapitre de cette partie fera donc référence à un compartiment particulier de l'environnement.

Néanmoins, il n'existe pas de cloison étanche entre chacun des compartiments, des transferts de polluants existants entre eux. D'où, les solutions apportées à un problème dans un compartiment de l'environnement ne doivent pas ignorer leurs conséquences pour les autres compartiments.

Une bonne gestion environnementale doit donc envisager une approche préventive et intégrée de contrôle des pollutions, même si, comme dans ce fascicule, leur analyse reste cloisonnée par secteur.

2.1. Air

L'industrie libère un certain nombre de substances dans l'atmosphère, mais les quantités réellement émises ne sont mesurées que dans le cas de certains composés et pour un nombre limité d'entreprises. En outre, tous les polluants émis par l'industrie ne sont pas connus. L'évaluation des émissions atmosphériques passe par une estimation basée sur des hypothèses parfois discutables et doit se circonscrire à une liste limitée de polluants.

2.1.1. Sources et pertinence des informations

Le présent chapitre se base essentiellement sur les estimations réalisées par la DGRNE suivant la méthodologie CORINAIR, qui elle-même utilise la nomenclature SNAP pour identifier les activités (voir encadrés).

La méthodologie CORINAIR

La méthodologie CORINAIR a été établie pour la Communauté Européenne dans le cadre du programme CORINE (**C**oordination de l'**I**nformation en Matière d'**E**nvironnement) repris dans le programme de travail de l'Agence Européenne de l'Environnement pour réaliser des inventaires d'émission de polluants dans l'air de manière complète et comparable pour tous les pays européens.

L'inventaire "CORINAIR 1990" concerne les 29 pays européens suivants : Belgique, Allemagne, Irlande, Pays-Bas, Autriche, Norvège, Bulgarie, Pologne, Estonie, Slovaquie, Malte, Danemark, Grèce, Italie, Portugal, Finlande, Suisse, République Tchèque, Roumanie,

Espagne, France, Grand-Duché de Luxembourg, Royaume Uni, Suède, Hongrie, Slovaquie, Lituanie, Lettonie et Croatie (données partielles).

A partir de 1994, on y ajoute d'autres pays et on instaure un inventaire annuel.

Dans la méthodologie CORINAIR, les activités sont détaillées selon la nomenclature SNAP (voir encadré).

L'inventaire est actuellement réalisé pour 28 polluants (SO₂, NO_x, COVNM, CH₄, CO, CO₂, N₂O, NH₃, 9 métaux lourds, 10 composés organiques persistants et les poussières).

Il fait la distinction entre les sources surfaciques (diffuses, mobiles ou de moindre importance) et les sources ponctuelles (fixes, importantes et pour lesquelles une information spécifique est fournie. Le présent chapitre de l'Etat de l'Environnement Wallon agrège les informations relatives à ces deux types de sources en une seule valeur d'émission.

Lorsque les émissions ne sont pas mesurées en continu, ce qui correspond au cas le plus fréquent, elles sont estimées par le produit d'une variable d'activité — une consommation de matière, de combustible, une quantité produite, ... — et d'un facteur d'émission spécifique. Le choix de facteur d'émission approprié n'est pas toujours évident : celui-ci dépend non seulement de la variable d'activité sélectionnée (par exemple le type de combustible), mais également des conditions spécifiques d'exploitation et notamment des dispositifs de réduction des émissions. Les erreurs d'estimations peuvent osciller de 10 % à 50 %, selon l'activité et le polluant.

Nomenclature SNAP des activités

Pour identifier le type d'activité, la méthodologie CORINAIR n'utilise pas le NACE, qui est une nomenclature des activités économiques, mais bien un code propre, appel SNAP (pour Special Nomenclature for Air Pollution), dont l'orientation est davantage technique.

Une même entreprise peut être répertoriée dans plusieurs activités, par exemple pour des opérations de combustion et pour des activités liées au procédé.

Le code SNAP contient 6 chiffres, organisés en 3 niveaux hiérarchiques.

Les deux premiers chiffres correspondent au groupe, de 01 à 11 :

- 01 Combustion pour la production d'énergie et dans les industries de transformation (électricité, cogénération et chauffage urbain)
- 02 Installations de combustion non-industrielles (secteurs commercial, institutionnel et résidentiel)
- 03 Combustion dans les industries manufacturières
- 04 Procédés de fabrication
- 05 Extraction et distribution des combustibles fossiles
- 06 Utilisation des solvants
- 07 Transport routier
- 08 Autres sources mobiles et machineries
- 09 Traitement et élimination des déchets
- 10 Agriculture
- 11 Nature

Les deux chiffres suivants correspondent à un sous-groupe (78 au total) : par exemple, 0404 identifie les procédés de fabrication en chimie organique.

Les deux derniers déterminent précisément l'activité (393 au total) : par exemple, 040402 correspond à la fabrication d'acide nitrique, à l'intérieur du sous-groupe "chimie organique".

Le présent document rassemble les groupes de la manière suivante :

01,02 et une partie de 05 : Energie
03,04,09 et une partie de 06 : Industrie
07,08 et une partie de 05 : Transport
une partie de 06 : Service & Domestique
10 : Agriculture

En outre, il est possible, en fonction de l'activité visée, de regrouper les activités par "secteurs" plus traditionnels. Ainsi, les codes 030314, 030315, 030316, 030317 (combustion pour la fabrication respectivement du verre plat, des bouteilles, de la laine de verre et des verres spéciaux) et 040613 (procédés de fabrication du verre) peuvent être rassemblés dans le secteur "verre".

Encarts 1 et 2 : méthodologie CORINAIR et nomenclature SNAP

Il s'agit d'une source d'information particulièrement complète, bien documentée et présentée sous la forme de tableaux directement manipulables par les moyens informatiques. La part d'incertitude liée à ces chiffres demeure cependant relativement importante.

Elle est due à plusieurs éléments qui se cumulent.

- Les données fournies annuellement sont des valeurs cumulées calculées à partir d'informations remises à jour périodiquement. La fréquence de ces mises à jour devrait idéalement dépendre de la variabilité des émissions, mais également du climat, des accidents, de l'évolution de la réglementation, etc. En pratique, l'information est fournie par les entreprises ou estimée à partir d'indicateurs divers à une cadence qui dépend davantage de contraintes pragmatiques de temps ou d'accès aux données.
- A l'incertitude temporelle s'ajoute une incertitude spatiale. En matière d'inventorisation, une première méthode, appelée top-down, consiste à estimer les émissions à partir des données globales à l'échelle d'un pays et une seconde méthode, appelée bottom-up, consiste à estimer les émissions au niveau local. La méthodologie CORINAIR combine les deux approches en fonction de la disponibilité d'informations fiables, avec une grande prédominance pour la seconde. Certaines sources sont surfaciques, il s'agit des sources diffuses, mobiles ou de moindre importance. La méthode émet l'hypothèse que leurs émissions sont homogènes au sein d'une unité territoriale (arrondissement, province, région). Les industries, elles, sont le plus souvent des sources ponctuelles, mais leur diversité devrait idéalement imposer une méthode d'estimation des émissions adaptée au cas par cas, ce qui est pratiquement irréalisable.
- L'inventaire des émissions est calculé comme le *produit* des taux de production de l'entreprise et d'un facteur d'émission qui dépend d'une estimation moyenne de l'émission gazeuse considérée par unité produite (par exemple : 437 g de poussière ou 0,05 g de mercure par tonne de verre produite pour l'industrie verrière).
Ce facteur doit être adapté en fonction des technologies de contrôle et des particularités spatiales ou temporelles des émissions.
L'erreur imputable à un choix inadéquat du facteur d'émission peut être considérable.

Conscients de ce danger de propagation des erreurs dans la méthodologie d'évaluation, les responsables du programme CORINAIR n'autorisent pas la diffusion des informations avant une période de validation (mesures sur échantillons, recoupements divers, ...) qui peut durer plusieurs années. Ce délai, ajouté au temps très long de collecte des informations, expliquent pourquoi les informations les plus récentes d'émissions présentées dans le présent fascicule datent de 1996.

La validation n'annule cependant pas l'incertitude, mais celle-ci est évaluée. Ainsi, une étude anglaise a fourni les chiffres suivants pour les erreurs commises dans l'évaluation des émissions de 5 polluants atmosphériques en Grande Bretagne :

SO ₂	± 10 %
NO _x	± 30 %
NM VOC	± 50 %

CO ± 40 %
PM10 ± 50 %

A l'immission, les données sont issues de valeurs mesurées des concentrations des polluants. L'incertitude ponctuelle sur l'évaluation pour une station donnée se résume à l'erreur de mesure, qui dépend du type de mesure, de la méthode employée et des interférences. Elle est en général plus faible que celle commise sur les données d'émission. Néanmoins, le nombre limité de stations de mesure et leur localisation préférentielle autour de "points chauds", comme les zonings industriels, n'autorisent pas d'extrapoler les données à toute la Wallonie.

2.1.2. L'effet de serre

Certains gaz, dont les principaux sont le dioxyde de carbone, le méthane, l'hémioxyde d'azote, l'ozone, les CFC et le SF₆, sont appelés "gaz à effet de serre" parce qu'ils absorbent une partie du rayonnement thermique réémis par la terre vers l'atmosphère. Une fraction de cette énergie absorbée est restituée vers la surface, ce qui permet notamment de maintenir la terre à une température où les organismes vivants peuvent se développer. Or, depuis un peu plus de deux siècles, les activités humaines modifient sensiblement la composition gazeuse de l'atmosphère et perturbent cet équilibre naturel. L'exploitation mondiale des ressources fossiles, la modification à grande échelle de l'affectation des sols et le développement industriel et technologique entraînent l'émission dans l'atmosphère de gaz à effet de serre, conduisant à un forçage de l'absorption du rayonnement thermique, et donc à une augmentation de la température moyenne de la terre, en laissant craindre pour l'avenir d'importantes modifications climatiques.

2.1.2.1. Dioxyde de carbone

Le CO₂ se trouve naturellement dans l'atmosphère. Il est le produit de la combustion complète du carbone et de la minéralisation de la matière organique.

L'origine essentielle des émissions de dioxyde de carbone dans l'industrie est la consommation de combustible à des fins énergétiques, qui à elle seule représente 72 % des émissions industrielles.

Ces émissions de CO₂ sont calculées à partir des bilans de consommation d'énergie et du contenu en carbone de chaque combustible, qui définit, pour chacun d'entre eux, et pour chaque type de procédé de combustion, un facteur d'émission. Le tableau 1 en fournit des valeurs typiques pour quelques combustibles utilisés dans les procédés industriels.

Combustible	Facteur d'émission (kg CO₂/GJ)
Charbon	95
Coke	95
Lignite	100
Fuel lourd	75
Essence	70
Gasoil	72
GPL	62
Coke de pétrole	95

Gaz naturel	53
Gaz de cokerie	46
Gaz de haut fourneau	280
Tableau 1 – Facteurs d'émission en CO₂ des principaux combustibles.	
<i>Source – Impact de la filière énergétique sur l'environnement, Institut Wallon, 1990.</i>	

En Région wallonne, les émissions anthropiques de CO₂ proviennent pour environ un tiers du secteur de l'énergie, incluant la production d'électricité, mais surtout dans le cas présent la consommation énergétique, y compris dans le secteur domestique, et donc l'usage des combustibles fossiles. Le secteur industriel génère environ 50 % des émissions, alors que les transports sont responsables des 17 % restants. En 1990, l'année prise comme référence dans les accords de Kyoto, ces émissions anthropiques wallonnes étaient estimées à 46 786 kilotonnes (la base pour la Belgique est de 106 300 kt). Les valeurs pour 1995 et 1996 s'élèvent respectivement à 49 157 kilotonnes et à 47 448 kilotonnes de CO₂ pour l'ensemble de la Wallonie. Ce bilan omet volontairement la part des émissions dues à l'agriculture et à la forêt, qui sont très largement compensées par la consommation de CO₂ par photosynthèse dans les plantes (le protocole de Kyoto ne prend d'ailleurs pas en compte les puits de CO₂).

Au niveau européen, les proportions des émissions dues respectivement à l'énergie, à l'industrie et aux transports étaient, en 1995, de 48 %, 33 % et 19 %, c'est-à-dire une proportion inversée pour l'énergie et l'industrie par rapport à la Wallonie. Ceci est à mettre en relation avec la part relative des centrales thermiques à combustibles fossiles, peu élevée en Wallonie par rapport à la moyenne européenne (avec près de 57% de son électricité d'origine nucléaire, la Belgique est en effet l'un des pays les plus nucléarisés au monde), alors que l'industrie lourde, par contre, y tient un rôle important.

Pour les 3 secteurs, la quantité moyenne de CO₂ émise par habitant en Wallonie était de 14 900 kg CO₂/hab en 1995, ce qui est supérieur à la moyenne des 29 pays européens participant à l'inventaire CORINAIR, soit 9 214 kg/hab en 1995.

La figure 1 montre la répartition des quantités de CO₂ émises par l'industrie wallonne selon le secteur (voir encadré pour la signification des secteurs relatifs à la combustion).

La combustion dans les chaudières, turbines à gaz et engins stationnaires (à allumage par étincelle ou à compression) concerne l'autoproduction d'énergie dans l'industrie sidérurgique, les industries du papier, de la chimie, du sucre, de fabrication métallique, de la chaux et l'industrie agro-alimentaire.

La "combustion dans les fours de production sans contact" implique essentiellement les hauts fourneaux équipés de "cowpers" qui récupèrent la chaleur latente des gaz pour réchauffer l'air avant l'entrée dans le four.

Le combustible employé dans les cowpers est typiquement du gaz de cokerie ou de haut fourneau.

La "combustion dans les fours de production avec contact" résume les activités dans différents secteurs nécessitant le chauffage du produit brut : l'agglomération des minerais, la préparation de l'acier pour traitement ultérieur, la production de fonte, de zinc, de cuivre, la transformation du clinker en ciment, de la pierre à chaux en chaux, l'agrégation des granulats pour produire de l'asphalte, la fusion des ingrédients composant le verre, la céramique et les briques, ainsi que le chauffage du verre pour le filage en fibres.

Encart 3 : secteurs relatifs à la combustion

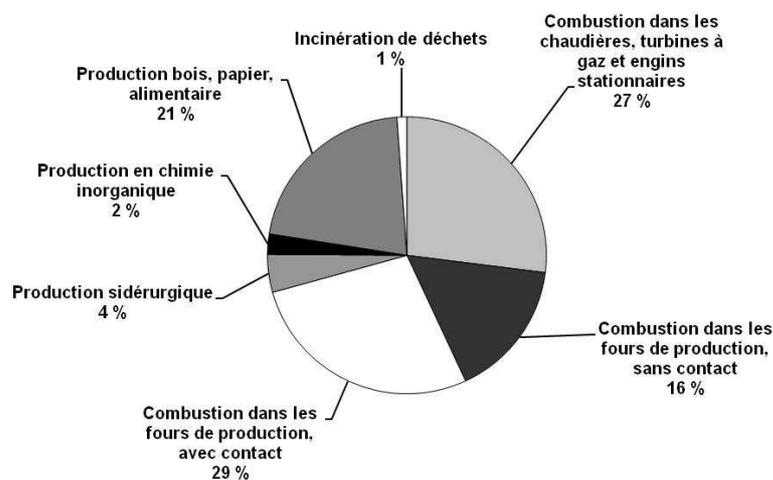


Figure 1 – Répartition des quantités de CO₂ émises par l'industrie wallonne selon le secteur en 1996.

Source – DGRNE, 1999.

Le dioxyde de carbone peut être également généré par le processus même de transformation de la matière brute en produit fini : cela représente, en moyenne, 26 % des émissions wallonnes.

La sidérurgie (4 %) y contribue à nouveau : puisque la production de l'acier impose d'abaisser la teneur en carbone de la fonte primaire, le CO₂ se retrouve logiquement comme un effluent du processus. Concernant le secteur de la chimie inorganique (2 %), c'est surtout la production d'ammoniac qui génère du dioxyde de carbone, le procédé de reformage du gaz naturel exigeant, en effet, une étape d'épuration du CO₂.

Quant aux industries du ciment et de la chaux et, dans une moindre mesure, celle du verre, leurs émissions représentent 21 % des émissions de CO₂, cette fois pour les processus de décarbonatation. Ainsi, 500 kg de CO₂ par tonne de ciment « Portland » sont produits lors de la calcination qui décompose le CaCO₃ en CaO et CO₂. La production de la chaux vive à 90°C libère également du dioxyde de carbone. Le CO₂ est aussi un composé essentiel présent dans les gaz lors de la fusion du verre.

Enfin, une petite partie des émissions (environ 1 %) est due à l'incinération des ordures ménagères. Les facteurs d'émission employés pour les calculer sont en général très élevés à cause de la haute teneur en carbone des ordures et de leur faible pouvoir calorifique.

La répartition sectorielle des quantités de CO₂ émises en Europe se rapproche de celle observée en Wallonie, avec cependant des parts plus importantes pour la combustion (80 % au lieu de 72 % pour la Région wallonne) et pour le traitement des déchets (6 % au lieu de 1 %), au détriment des émissions dues aux procédés (14 % au lieu de 26 %).

L'évolution dans le temps des émissions industrielles de CO₂ en Wallonie est relativement stationnaire entre 1985 et 1996 : une légère tendance à la baisse, en moyenne de 150 kilotonnes par an, est cependant observable entre 1990 et 1996. C'est surtout la part de la

combustion qui participe à cette diminution : la figure 2 montre cette légère tendance à la baisse entre 1985 et 1996 pour ces émissions dues à la combustion industrielle.

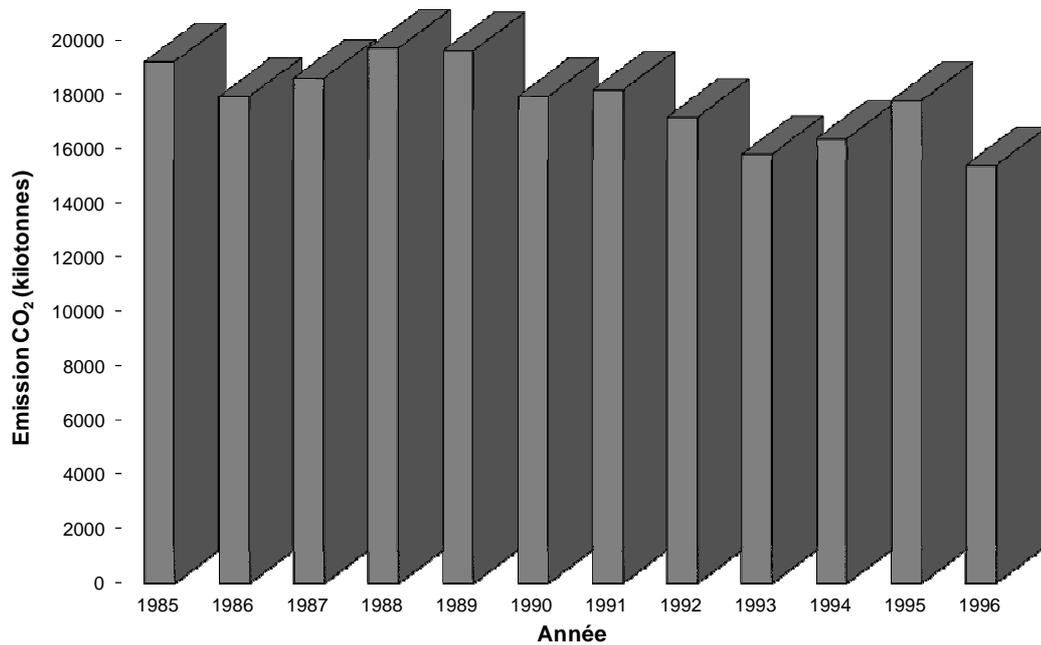


Figure 2 – Evolution des émissions de CO₂ dues à la combustion dans l'industrie, entre 1985 et 1996.

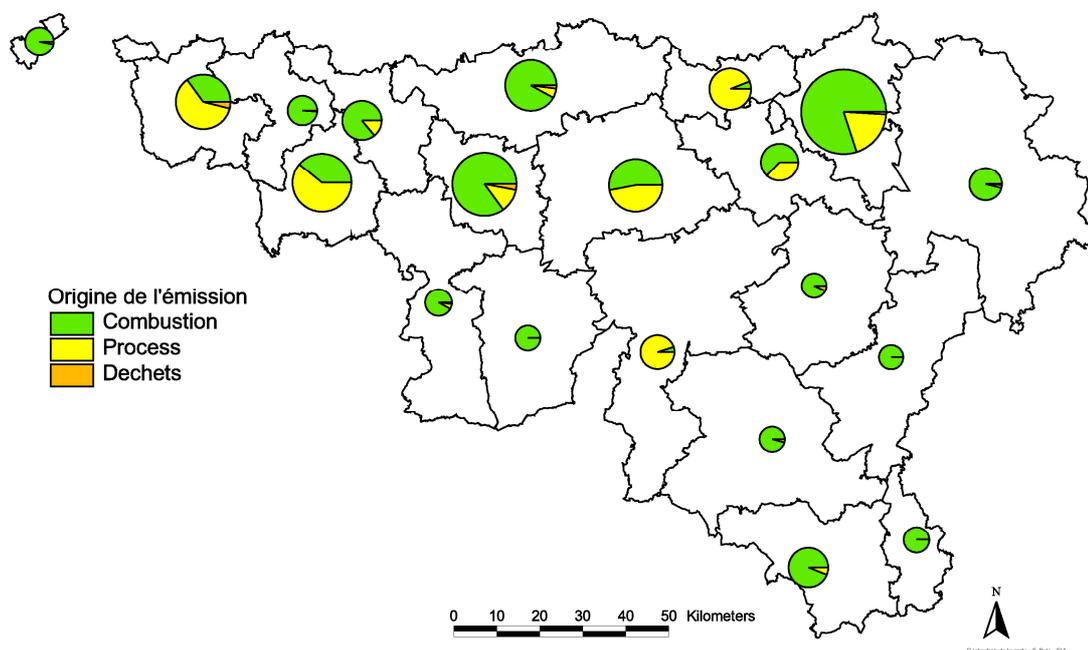
Source – DGRNE, 1999.

Pour rappel, en 1994, la Belgique a adopté un programme national de réduction du CO₂ par lequel elle s'engage à réduire ses émissions de 5 % pour l'an 2000 par rapport à 1990. Ce programme, approuvé par la Région wallonne, comporte un ensemble de 14 mesures, dont certaines concernent l'industrie, pour laquelle une contribution de 36 % à la réduction totale était escomptée pour l'an 2000, ce qui représente environ 840 kt pour l'industrie wallonne.

Le bilan en 1997 (après 3 ans) est mitigé : les meilleures performances se situent en matière d'utilisation rationnelle de l'énergie dans le secteur domestique, mais des lacunes sont enregistrées dans le secteur des transports. Le bilan est satisfaisant pour le secteur industriel, mais il reste certains points à développer, comme les accords de branche visant la réduction des émissions de CO₂, les audits énergétiques et la comptabilité énergétique.

Une carte de la Wallonie fournie en Carte 1 permet de se rendre compte de la répartition spatiale du dioxyde de carbone émis par l'industrie.

Emission de CO₂ en 1996



Carte 1 : Emissions de CO₂ en 1996

2.1.2.2. Méthane

Le méthane, CH₄, fait partie du sous-ensemble des "composés organiques volatils" (COV). Néanmoins, du fait de sa concentration non négligeable dans l'atmosphère et de sa forte contribution à l'effet de serre, le méthane est comptabilisé séparément des autres COV, appelés Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM ou NMVOC en anglais).

Le méthane est essentiellement rejeté par les sources naturelles, et de manière générale, par tout processus de décomposition anaérobie de la matière organique, comme il s'en produit dans l'élevage, les processus de fermentation, les décharges d'ordures ménagères, ... ainsi que par l'extraction et la distribution du gaz naturel.

Sa concentration dans l'air ambiant est relativement élevée (1 à 2 ppm, soit 600 à 1 200 µg/Nm³), mais il n'est pas toxique et est très peu réactif : on peut le considérer comme inerte du point de vue photochimique.

En 1995, en Wallonie, les émissions de CH₄ représentaient un total de 225 kilotonnes réparties de la manière suivante : 51 % pour l'agriculture et la forêt, 6 % pour la production d'énergie, 43 % pour l'industrie et une fraction négligeable pour les transports.

A la même époque, les moyennes européennes étaient de 42 %, 32 %, 25 % et 1 % respectivement pour l'agriculture, l'énergie, l'industrie et les transports.

La part importante de l'énergie au niveau européen est due essentiellement à la contribution du secteur de l'extraction et de la distribution des combustibles fossiles, qui proportionnellement à la quantité totale de CH₄ émise, représente cinq fois plus qu'en Région wallonne, pour laquelle l'apport principal est le chauffage domestique au gaz naturel. Ceci justifie également la différence des chiffres par habitant (pour 1995) : 68 kg pour la Wallonie et 72 kg pour l'ensemble des 29 pays européens inclus dans l'inventaire CORINAIR. Pour 1996, la quantité globale de CH₄ émise était de 228 kilotonnes en Région wallonne.

En Wallonie, dans la partie des émissions imputables aux industries figure surtout le traitement des déchets. Le présent fascicule de l'état de l'environnement wallon inclut en effet le traitement des déchets dans les secteurs industriels. Or dans ces émissions industrielles de méthane, la quasi totalité (98 %) est due aux centres d'enfouissement technique (CET). Rapporté au total des émissions de CH₄, l'apport des CET représente 36 % en 1990 et 43 % en 1996, soit près de trois fois plus que la proportion européenne.

La contribution des CET dans les émissions de méthane est donc essentielle. En effet, une grande partie du carbone organique présent dans les déchets, et principalement dans la cellulose, est converti en biogaz, lui-même composé de 2/3 de méthane, de 1/3 de dioxyde de carbone et de traces de quelques autres substances.

On estime ainsi qu'un kilogramme de déchets ménagers produit de 0,06 à 0,09 Nm³ de méthane. La décomposition de la matière organique présente dans les déchets requiert un certain nombre de conditions, dont l'anaérobiose aussi complète que possible et l'action combinée de plusieurs groupes de micro-organismes.

Ces conditions étant respectées de manière très variable au niveau d'un même site, l'efficacité de la méthanisation sera fortement dépendante de l'hétérogénéité de la décharge et des facteurs du milieu influençant les bactéries.

En outre, le biogaz peut être brûlé dans des torchères ou valorisé en énergie électrique. Une grande partie est cependant libérée vers l'atmosphère, soit directement, soit à travers le matériau de couverture.

Outre la mise en décharge des déchets ménagers, les secteurs qui contribuent aux émissions industrielles de CH₄ en Wallonie sont, pour 1 %, la sidérurgie, avec les pertes dans les fours à coke et, pour le pourcent restant, la combustion industrielle, où du méthane est notamment émis lorsque le combustible utilisé est le gaz naturel.

L'évolution des émissions de méthane en Wallonie entre 1990 et 1996 (figure 3) montre une tendance globale à l'augmentation d'environ 0,9 % par an, essentiellement due, comme le montre le graphique, à la part de l'industrie, dont, surtout, le traitement des déchets.

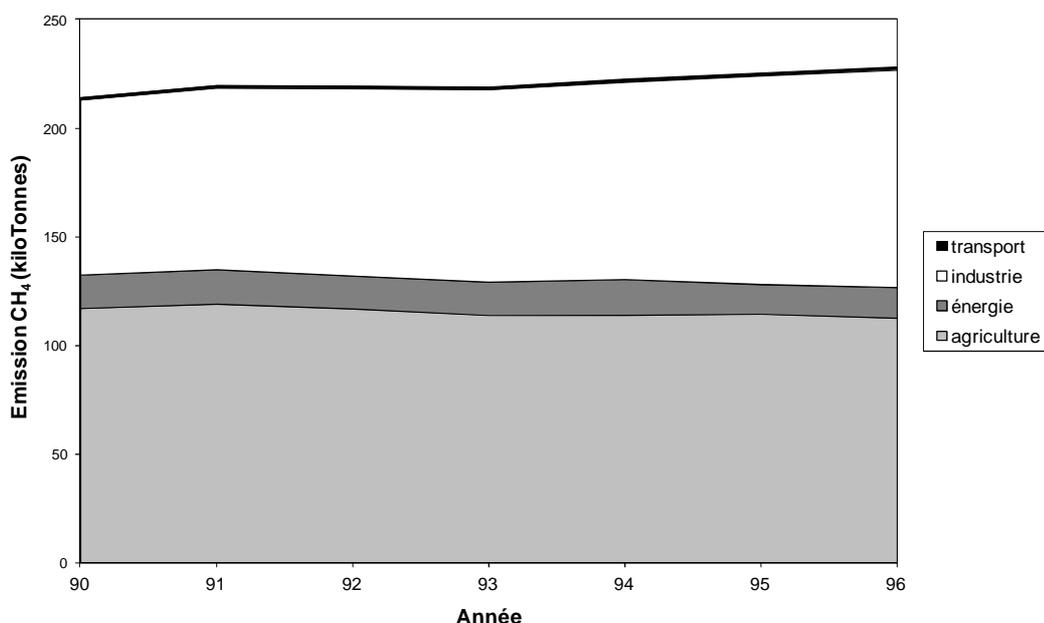


Figure 3 – Evolution des émissions totales de méthane en Wallonie, entre 1990 et 1996.
Source – DGRNE, 1999.

L'augmentation des émissions de méthane imputables aux CET est explicable par les quantités croissantes de déchets pris en compte, en considérant notamment que le CH₄ est généré par la quantité totale de déchets mis en décharge durant les dix dernières années.

2.1.2.3. Hémioxyde d'azote

L'hémioxyde d'azote, ou protoxyde d'azote (N₂O) est un gaz non toxique, constituant naturel de l'atmosphère, avec une concentration d'environ 0,3 ppm.

Utilisé très largement comme produit anesthésiant dans le secteur médical, il est également un produit naturel des processus de décomposition anaérobie dans le sol. Il peut également être transformé en NO par photo-oxydation dans la stratosphère.

C'est une molécule très stable qui est produite en Wallonie pour environ 50 % par l'agriculture (surtout les cultures avec fertilisants) et les forêts (surtout de conifères).

L'industrie est responsable d'un tiers des émissions, réparties, pour 1996, de la manière suivante : 94 % pour les processus, 5 % pour la combustion industrielle et 1 % pour le traitement des déchets.

Au total, en 1996, la Région wallonne a produit 12 985 tonnes d'hémioxyde d'azote, soit 3,9 kg par habitant, ce qui est du même ordre de grandeur que la proportion européenne (3 kg par habitant).

C'est le processus de fabrication de l'acide nitrique qui génère la quasi totalité des émissions industrielles de N₂O : à lui seul il représente donc pratiquement un tiers des émissions globales en Wallonie, alors que la proportion moyenne européenne pour cette activité n'est que de 5,4 %.

La figure 4 montre l'évolution des émissions pour ce secteur d'activités entre 1990 et 1996, avec une croissance constante depuis ces dernières années, après un creux en 1992.

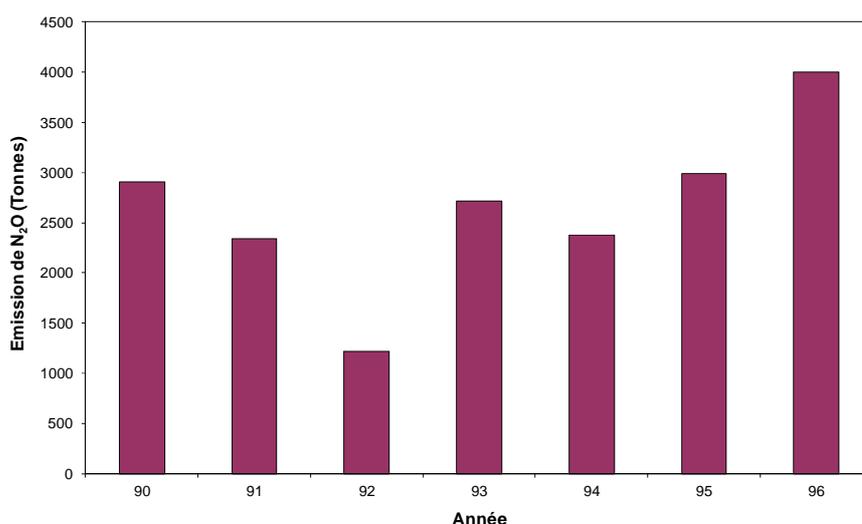


Figure 4 – Evolution des émissions d'hémioxyde d'azote pour le secteur de la fabrication d'acide nitrique en Wallonie entre 1990 et 1996.

Source - DGRNE, 1999.

2.1.2.4. Ozone troposphérique

L'ozone (O_3), constitue non seulement un gaz à effet de serre, mais également un polluant atmosphérique.

Cependant, il s'agit d'un polluant secondaire : c'est un oxydant photochimique, produit dans l'atmosphère par des réactions chimiques impliquant NO_x , O_2 et une variété de COVNM, sous l'action du rayonnement solaire. La formation d'ozone sera donc notamment liée aux quantités d'oxydes d'azote et de COV émises, qui seront analysées dans d'autres chapitres. Comme par ailleurs, aucune donnée d'émission directe d'ozone n'est enregistrée, il est difficile, voire impossible de relier la production d'ozone aux activités industrielles.

Les données à l'immission n'apportent aucune information complémentaire dans la mesure où les pics d'ozone sont davantage liés à des épisodes de pollution photochimique à l'échelle régionale qu'à un excès local de polluants précurseurs.

2.1.2.5. CFC

Les chlorofluorocarbures sont une classe de composés organiques volatils dans lesquels les atomes d'hydrogène sont remplacés par des atomes de chlore ou de fluor. Ils sont utilisés notamment comme fluides frigorigènes ou comme agent d'expansion de mousses. Ils sont chimiquement très peu réactifs et ne sont dissociés que par les ultra-violettes solaires dans la stratosphère. Ils contribuent à la fois aux changements climatiques et à l'appauvrissement de la couche d'ozone.

Non-présents dans l'atmosphère avant l'ère industrielle, leurs concentrations sont actuellement de plusieurs centaines de pptv (partie par trillion en volume), selon le composé, et augmentent d'un facteur de 1 à 5 par an (Etat de l'Environnement Wallon, fascicule "Air", 1993).

En particulier, dans les hydrochlorofluorocarbures (HCFC), une partie seulement des atomes d'hydrogène des hydrocarbures parents sont remplacés par du chlore ou du fluor. Cette présence d'atomes d'hydrogène rend la molécule susceptible d'être attaquée par le radical hydroxyde OH, et donc d'être détruite avant d'atteindre la stratosphère. Les HCFC sont donc moins dangereux pour la couche d'ozone stratosphérique que les CFC, c'est pourquoi ils sont actuellement préférés aux chlorofluorocarbures ordinaires. Ces nouvelles molécules conservent cependant un effet négatif sur l'effet de serre.

Les HFC quant à eux ne contiennent plus de chlore et sont pratiquement inoffensifs pour la couche d'ozone, bien que conservant un potentiel de réchauffement global. C'est pourquoi une augmentation de leur usage est prévue dans le futur, comme produits de substitution des CFC et HCFC.

En Wallonie, les données sont disponibles pour l'année 1996 et font état d'une quantité annuelle émise de 101 100 kg de HFC, dont 70 000 kg pour le secteur de la fabrication du polyuréthane et 31 100 kg pour celui de la préservation des semences (désinfectant). Il faudrait probablement y ajouter des émissions diffuses, difficilement quantifiables, liées aux fuites dans les circuits de réfrigération.

Les HFC sont employés comme agents d'expansion dans la fabrication de la mousse de polyuréthane, qui est un isolant thermique. La technique d'expansion nécessite en effet un liquide à bas point d'ébullition, qui, mélangé au polyuréthane, s'échauffe par la chaleur de réaction du processus et crée une mousse en se vaporisant. Les HFC constituent des substances de choix puisqu'ils sont en outre suffisamment stables chimiquement pour ne pas participer à la réaction de formation du matériau final. Les émissions sont dues au processus de fabrication, mais également au transport et au stockage des produits. Les HFC continuent

même à diffuser par la suite hors du matériau fini. Ce secteur industriel recourait typiquement aux CFC11, 12 et 22 (fréons) mais qui tendent à être remplacés actuellement par du pentane ou du butane depuis le protocole de Montréal en 1987 qui prévoyait de réduire de 50 % les niveaux de production et de consommation des CFC par rapport à 1986. Depuis, des engagements plus contraignants ont été pris à Londres (en 1990) et à Copenhague (en 1992). En 1994, ces obligations ont été traduites au niveau européen dans le Règlement sur les substances appauvrissant la couche d'ozone. Plus récemment, l'Union européenne a entrepris de modifier ce règlement de 1994 pour accélérer les interdictions de production et d'utilisation des HCFC (Atlas de l'air, 1999).

2.1.2.6. Hexafluorure de soufre

L'hexafluorure de soufre (SF₆) est un gaz incolore, et qui est également une molécule très peu réactive, ce qui lui confère un intérêt particulier comme gaz traceur, par exemple pour étudier la dispersion des polluants atmosphériques.

Bien que suspecté d'avoir une influence sur l'effet de serre, son rôle effectif n'est pas encore bien connu.

Il est notamment utilisé comme diélectrique en électronique, dans l'électricité de puissance et dans les doubles vitrages.

En 1996, 4 900 kg de SF₆ ont été émis en Région wallonne.

2.1.2.7. Effet global

Les divers gaz à effet de serre ont une efficacité plus ou moins grande vis-à-vis du réchauffement. L'efficacité comparée de divers gaz à effet de serre est indiquée au tableau 2, par comparaison au CO₂ pris comme référence : il s'agit des "Global Warming Potential" (GWP ou PGE en français), publiés par l'Intergovernment Panel on Climate Change (IPCC). Ceux-ci dépendent essentiellement du temps de vie des molécules dans l'atmosphère.

Le GWP d'une substance est en fait le rapport de la contribution à l'absorption de la chaleur radiative résultant de la libération instantanée de 1 kg de gaz à effet de serre et de celle d'une quantité équivalente de CO₂, intégré sur une certaine période (20 ans ... 100 ans).

Gaz à effet de serre	20 ans	100 ans
CO ₂	1	1
CH ₄	35	11
CFC12	7100	7100
N ₂ O	260	270

Tableau 2 - **Efficacité intégrée sur 20 ans et 100 ans des divers gaz à effet de serre, par rapport à l'efficacité du gaz carbonique.**
Source - Houghton et al., 1991.

En tenant compte de ces GWP ainsi définis, les industries wallonnes ont émis globalement 28 441 kilotonnes équivalent CO₂ de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (efficacité sur 20 ans) (figure 5).

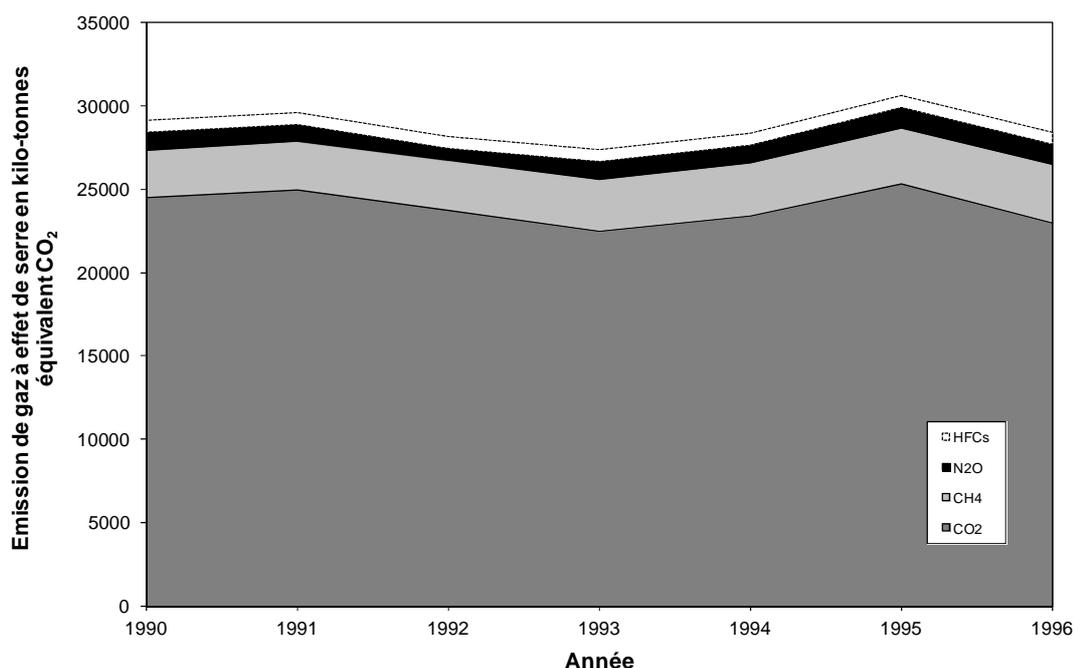


Figure 5 – Evolution, entre 1990 et 1996, des émissions globales des gaz à effet de serre pour l'industrie en Région wallonne, ramenées en équivalent CO₂.

La contribution des HFC de 1996, a été extrapolée aux autres années.

Sources : DGRNE, 1999 et HOUGHTON et al, 1991.

C'est surtout le CO₂ qui est responsable de l'intensification globale de l'effet de serre pour l'industrie, la contribution de la combustion industrielle y étant pour une grande part. La figure 5 montre également l'évolution des émissions globales des gaz à effet de serre. Aucune tendance n'est clairement visible sur cette figure, la valeur globale oscille d'année en année dans un intervalle de $\pm 5\%$ autour d'une valeur moyenne d'environ 28 Mégatonnes de gaz équivalent CO₂.

2.1.3. Incidence sur l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique

A 25-30 km d'altitude, dans la stratosphère, se situe une couche particulièrement riche en ozone qui protège la terre des rayonnements ultra-violets du soleil.

L'ozone est formée par combinaison d'une molécule d'oxygène et d'un atome d'oxygène libre grâce à l'énergie du rayonnement UV. Il se détruit soit spontanément, soit par réaction avec les éléments en trace de la stratosphère : en particulier, les oxydes d'azote, qui sont introduits dans cette couche de l'atmosphère par oxydation de l'hémioxyde d'azote (N₂O, molécule très stable), ainsi que le brome et le chlore, dont l'origine est surtout l'émission de CFC.

La diminution de la quantité d'ozone stratosphérique observée ces dernières années est donc surtout due à ces deux groupes de molécules.

Les CFC ne sont pas réputés toxiques, c'est ce qui a justifié leur succès dans l'industrie. Citons l'industrie du froid, qui utilisait par exemple des variétés de chlorofluorométhane (CFCl₃, répertorié CFC11, CF₂Cl₂ répertorié CFC12, ...), mais également les anciens extincteurs qui utilisaient des halons (bromofluorocarbures), contenant du brome, réputé beaucoup plus nocif que le chlore pour la couche d'ozone.

Compte tenu que les CFC mettent une décennie pour atteindre la stratosphère, la couche d'ozone restera perturbée par d'anciennes activités, même terminées depuis quelques années.

Tous les CFC n'ont pas le même impact sur l'appauvrissement de la couche d'ozone : comme l'information disponible sur les émissions atmosphériques n'est pas toujours désagrégée au niveau de chacune des compositions de CFC, il est difficile de calculer l'apport global de l'industrie sur la couche d'ozone.

En plus des CFC, déjà abordés dans le chapitre traitant de l'intensification de l'effet de serre, l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique peut être affecté par d'autres hydrocarbures tels que le trichloroéthane (CH_3CCl_3 , ou TCE, répertorié HC140a) et le tétrachlorométhane (CCl_4 , ou TCM, répertorié HC10). Ils induisent un effet sur la couche d'ozone à peu près équivalent à celui du CFCI_3 (CFC11) et sont tous deux utilisés comme réactifs ou comme solvants dans divers secteurs industriels et leurs émissions sont dues aux pertes en cours du processus. Le tableau 3 reprend les émissions de TCE et TCM pour 1995.

	TCE (kg)	TCM (kg)
production de chlorure de vinyl	-	640
dégraissage des métaux	24 300	16,4
industrie pharmaceutique	-	346,7
fabrication de colles	220	-

Tableau 3 – Emissions de trichloroéthane (TCE) et de tétrachlorométane (TCM) en 1995 pour 4 secteurs industriels.
Source – DGRNE, 1999.

Le chiffre à mettre en évidence est la quantité de TCE émise lors des opérations de dégraissage des métaux qui, à elles seules produisent 2 fois et demie la quantité de tous les HFC émis par l'ensemble des industries. Cette activité peut utiliser jusqu'à 1 kg de solvant par kg de produit à dégraisser dont une grande partie, dépendant fortement du processus, est libérée vers l'atmosphère.

En Région wallonne, les données ne sont pas suffisantes pour examiner une éventuelle tendance des émissions de TCE ou TCM au cours du temps, mais de manière générale, la réglementation actuelle entraîne une réduction des émissions de solvants. En France par exemple, il a été enregistré une diminution de 23 % des émissions entre 1990 et 1994 pour l'activité de dégraissage métallique (LE CLOIREC, 1998).

A l'instar du Potentiel Global d'Effet de serre (PGE ou GWP en anglais), un Potentiel d'Appauvrissement de la couche d'Ozone (PAO ou ODP en anglais) a été introduit par WUEBBLES (1988). Il s'agit du rapport entre le déséquilibre de concentration d'ozone dû aux émissions annuelles d'une substance quelconque et le déséquilibre dû à une quantité équivalente de CFC-11.

Par définition, le CFC-11 a un ODP égal à 1, tout comme le CFC-12, beaucoup employé en réfrigération. Par comparaison, les halons ont en moyenne des ODP plus élevés, pouvant atteindre 17, les ODP du trichloroéthane et du tétrachlorométhane sont respectivement de 0,8 et de 1,08.

Les HCFC ont moins d'impact sur la couche d'ozone : leur potentiel d'appauvrissement est situé entre 0,02 et 0,11 (HEIJUNGS, 1992 et Atlas de l'Air de la Wallonie, 1998).

En principe, ce potentiel pourrait être utilisé pour calculer la contribution globale de l'industrie sur l'appauvrissement de la couche d'ozone. Malheureusement, l'information disponible sur les CFC n'est pas désagrégée par type de composé.

2.1.4. Les précipitations acides

Les précipitations acides sont dues à la transformation des oxydes de soufre et d'azote en polluants secondaires qui créent des solutions diluées d'acides sulfurique (H_2SO_4) et nitrique (HNO_3). Les précipitations, sous forme de pluie ou de neige, déposent ces acides sur le sol, entraînant ainsi une diminution du pH des eaux de surface et des sols.

L'ammoniac (NH_3) figure également parmi les composés responsables des précipitations acides. Son mode d'action est plus complexe.

2.1.4.1. Dioxyde de soufre

Les oxydes de soufre sont surtout produits lors de la combustion de combustibles fossiles. Des quatre monomères connus d'oxydes de soufre, seul le SO_2 (dioxyde de soufre) se retrouve dans la troposphère à des niveaux appréciables. Le SO_3 est soit émis directement, soit produit par l'oxydation du SO_2 dans l'atmosphère, mais, par sa grande affinité pour l'eau, il est rapidement converti en acide sulfurique.

Le niveau de concentration de fond en SO_2 reste néanmoins relativement bas (de l'ordre de quelques ppb en volume, ou de la dizaine de $\mu g/Nm^3$), mais peut être localement beaucoup plus élevé (de l'ordre de plusieurs ppm).

Il disparaît de l'atmosphère notamment par déposition en phase liquide (précipitations acides).

En Wallonie, 64 942 tonnes de $SO_2 + SO_3$ ont été émises dans l'atmosphère en 1996, dont 46 % par le secteur de l'énergie, 50 % par l'industrie et 4 % par les transports.

Comme le montre le diagramme de la figure 6, la combustion a participé pour près de 95 % aux émissions industrielles d'oxydes de soufre en 1996.

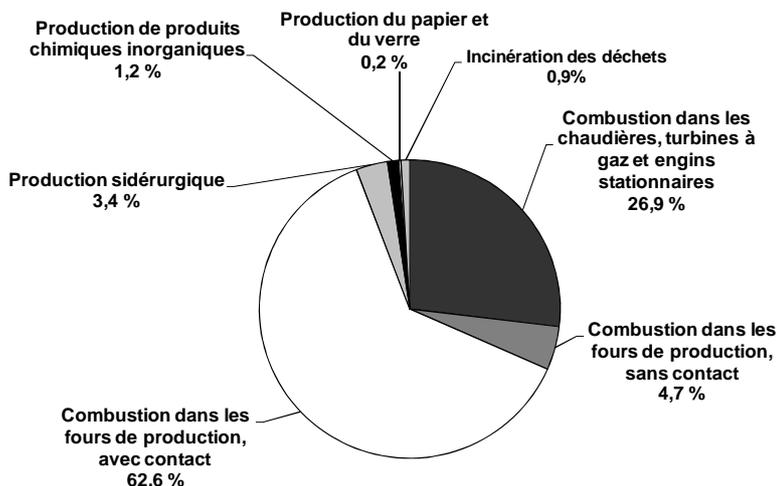


Figure 6 – Répartition des émissions de $SO_2 + SO_3$ dues aux industries wallonnes en 1996.
Source – DGRNE, 1999.

Les calculs d'émission de SO₂ sont établis à partir de la teneur moyenne en soufre des combustibles, rapportée à leur contenu énergétique et exprimée sous forme de facteurs d'émission. La teneur en soufre peut varier de 0,007 % en masse pour le gaz naturel jusqu'à plus de 6 % en masse pour certains charbons ou pour le coke de pétrole.

Les hauts fourneaux, équipés de "cowpers" (seuls représentants du groupe : "combustion dans les fours de production, sans contact") brûlent du gaz de cokerie dont le facteur d'émission en SO₂ peut être très variable d'une installation à l'autre : typiquement, de 0,93 à 56 g/GJ.

Les émissions dues à la combustion dans les fours de production, avec contact, impliquent surtout l'agglomération des minerais en sidérurgie, la préparation de l'acier pour traitement ultérieur, la fabrication du ciment, de la chaux, du verre, des briques et des tuiles. Comme le montre la figure 7, excepté pour les secteurs du ciment et de la chaux, un sérieux effort d'épuration et/ou de choix de combustible a été mené récemment pour ces activités, puisque les émissions correspondantes de SO₂ ont été réduites d'un facteur 5,3 pour la préparation de l'acier, d'un facteur 2,8 pour la fabrication de briques et de tuiles, d'un facteur 1,5 pour la fusion du verre entre 1990 et 1996.

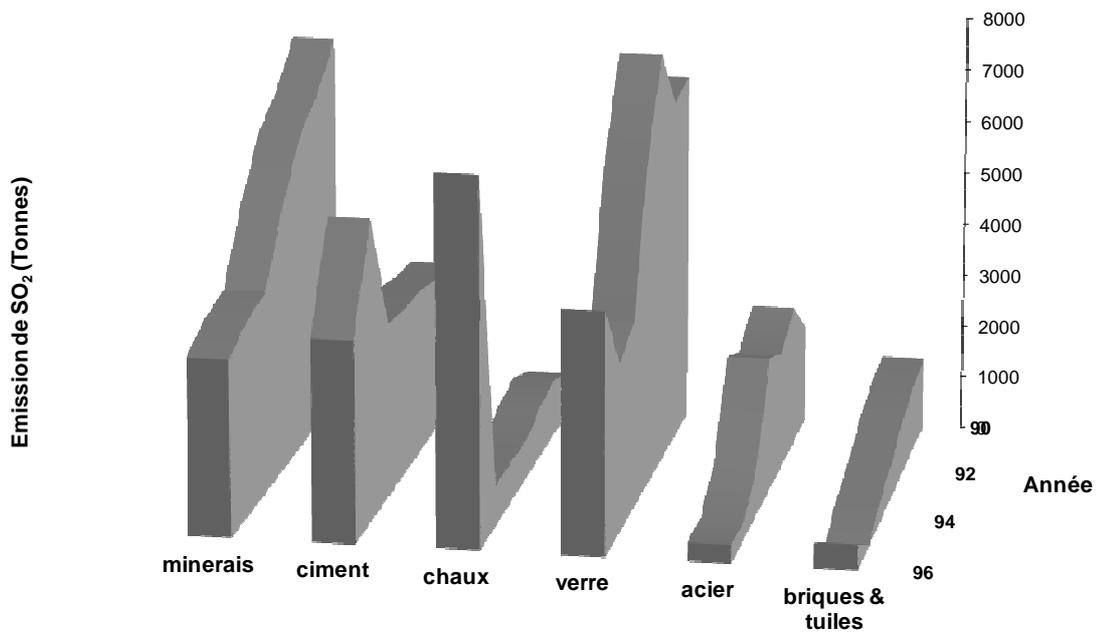


Figure 7 – Evolution des émissions de SO₂ entre 1990 et 1996 en Wallonie pour les activités de combustion dans les fours de production, avec contact.

Source – DGRNE, 1999.

Les procédés industriels émetteurs de dioxyde de soufre (autres que la combustion) ne contribuent ensemble qu'à 5,8 % des émissions industrielles en 1996, alors qu'ils représentaient 15 % en 1990. Des progressions spectaculaires sont observées pour les activités de production de la pâte à papier (procédé kraft), du verre et de l'acide sulfurique.

Le procédé kraft de production de la pâte à papier implique une solution contenant du sulfure de sodium, appelée liqueur blanche, pour dissoudre chimiquement la lignine qui relie entre elles les fibres de la cellulose du bois. Cette étape, appelée digestion, libère du SO₂ qu'il est possible de collecter et de traiter dans des tours de lavage.

Mais le dioxyde de soufre est émis principalement lors de l'oxydation des composés soufrés réduits dans le four de récupération, où le liquide résiduel du processus (liqueur noire) est brûlé pour récupérer de la chaleur et des produits chimiques.

En Région wallonne, des progrès très appréciables dans la collecte et l'épuration des émissions atmosphériques ont permis de passer de 3 723 tonnes de SO₂ en 1990 à seulement 70 tonnes en 1996 pour l'activité de la pâte à papier.

Dans l'industrie du verre, hormis les sulfures contenus dans les combustibles alimentant les fours, les oxydes de soufre (dont 5 à 10 % de SO₃, le reste étant du SO₂) résultent de la décomposition des sulfates dans la charge de matériaux bruts enfournée.

L'accord de branche de 1995 avec les producteurs de verre en Région wallonne a fixé des limites de concentration de 250 à 1 800 mg/Nm³ de SO₂, selon le type de verre et de four, dans les rejets atmosphériques de l'industrie du verre.

Accord de branche avec l'industrie du verre

Un accord de branche est un accord volontaire par lequel un secteur industriel s'engage à atteindre des objectifs déterminés et à réaliser une série d'actions, avec des échéances et selon des modalités décidées en accord avec les pouvoirs publics

En 1995, le gouvernement wallon a signé un accord de branche avec l'industrie du verre wallonne, pour une durée de 10 ans. L'accord portait sur une réduction de la pollution générée par les fours de fusion du verre, et en particulier sur les rejets atmosphériques : poussières, oxydes de soufre et d'azote, chlorure d'hydrogène, composés du fluor, ammoniac et métaux lourds.

L'industrie du verre s'engage à mettre en place un programme de réduction des émissions, à les maintenir sous les limites fixées et à surveiller les rejets pendant la durée de l'accord.

L'autorité s'engage, sur la même période, à ne pas fixer de valeurs limites d'émission plus contraignantes que celles fixées par l'accord.

Encart 4 : Accord de branche avec l'industrie du verre

L'amélioration de la situation relative à la combustion dans le secteur du verre a déjà été mise en évidence plus haut. En ce qui concerne les émissions non liées à la combustion, l'effet constaté est immédiat, puisqu'on est passé de 2 142 tonnes de SO₂ pour cette activité en 1994 à zéro pour 1995 et 1996.

Des progrès sensibles sont également enregistrés dans le processus de fabrication de l'acide sulfurique. Celle-ci s'effectue en deux étapes : d'abord la production de SO₂ par combustion de soufre élémentaire, puis la formation de SO₃ par oxydation du SO₂ formé, en présence de catalyseurs (oxydes alcalins et de vanadium). L'oxydation a lieu par passage du SO₂ à travers 4 ou 5 lits de catalyseur montés en série. Environ 98 % du dioxyde de soufre est ainsi oxydé. Par addition d'eau, le SO₃ formé et refroidi peut ensuite générer l'acide sulfurique. Le SO₃ étant peu soluble dans l'eau, l'acide est en fait formé par absorption du SO₃ dans de l'acide sulfurique à 98 ... 99 %, ce qui en augmente progressivement la concentration. Une variante de ce procédé consiste à réaliser un double contact (ou double catalyse) : après un premier contact, le SO₃ formé est absorbé dans l'H₂SO₄ à 98 ... 99 %, puis le gaz restant est chauffé et passe à nouveau à travers des lits de catalyseurs. Le rendement final est alors supérieur à 99,5 % : ce procédé permet de réduire la teneur en SO₂ du gaz rejeté dans l'atmosphère.

En Région wallonne, la quantité de SO₂ émise par la fabrication d'acide sulfurique est ainsi passée de 1400 tonnes en 1990 à moins de 400 tonnes en 1996.

Les quantités totales d'oxydes de soufre (SO₂ + SO₃) émises par l'industrie, toutes activités confondues, ont évolué selon le schéma de la figure 8 : soit une diminution moyenne de 5 000 tonnes par an durant ces 7 années. La production de SO₂ d'origine industrielle par habitant est passée d'environ 15 kg/hab en 1990 à moins de 10 kg/hab en 1996 (moyenne européenne : 16 kg/hab).

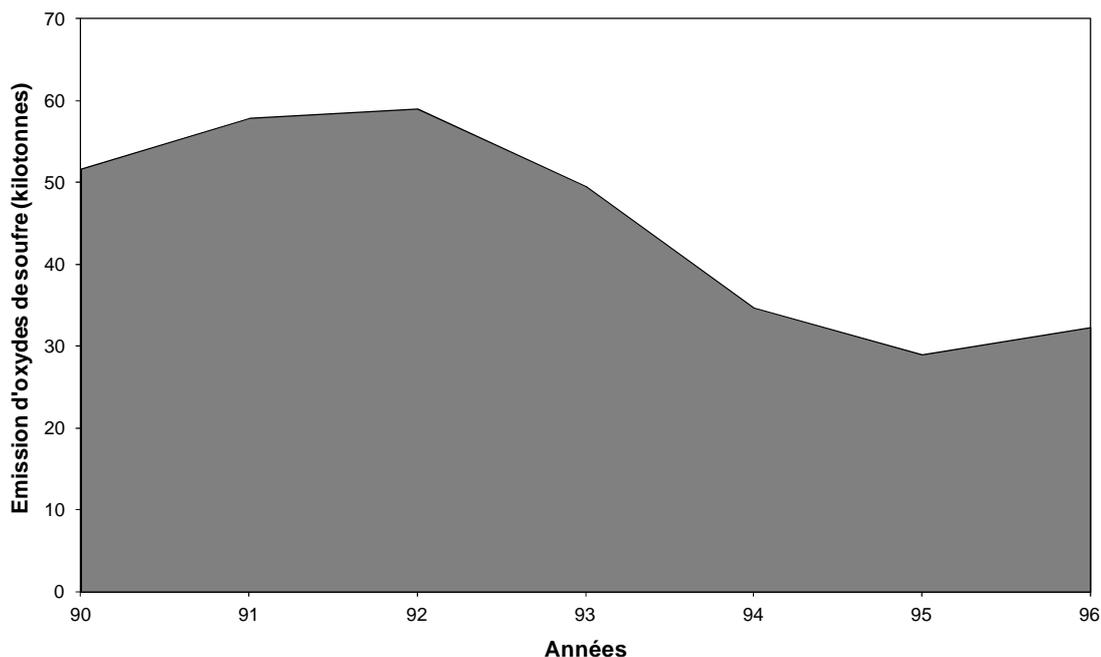


Figure 8 – Evolution des quantités d'oxydes de soufre émises par l'industrie, toutes activités confondues entre 1990 et 1996.

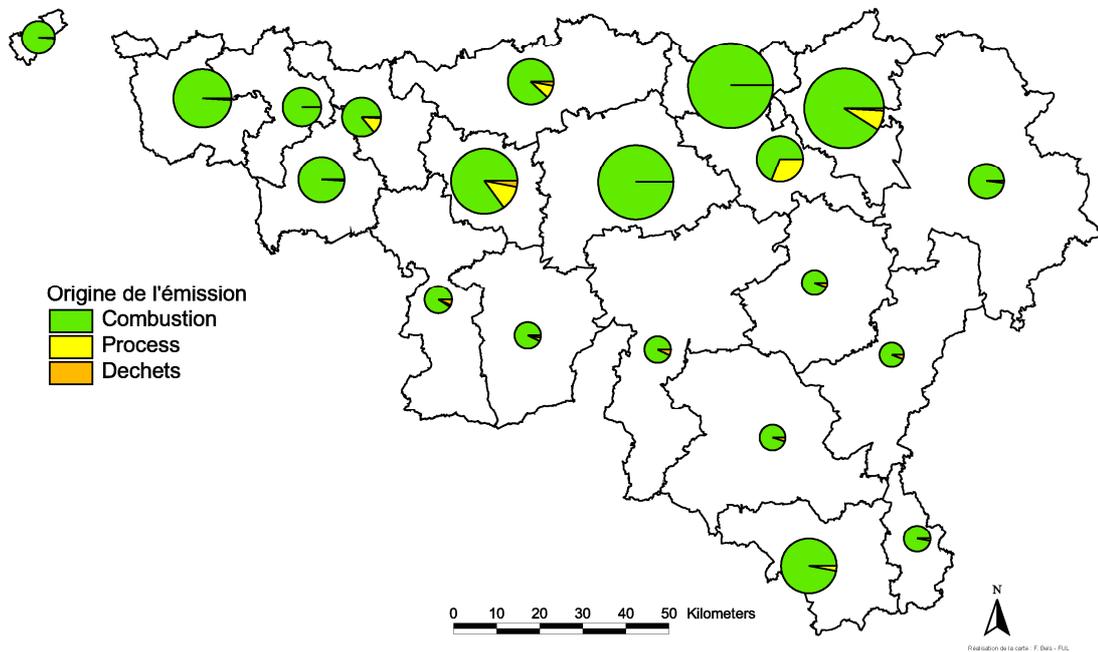
Source – DGRNE, 1999.

Cette tendance à la baisse montre que l'industrie est pour une grande part dans la diminution globale des émissions de SO_x au niveau belge, tous secteurs confondus, qui est d'environ 25 % entre 1990 et 1996, déjà meilleure que la moyenne des pays de l'OCDE. Ce résultat est remarquable, compte tenu de la forte représentation de l'industrie de base en Wallonie.

Le récent protocole de Göteborg (novembre 1999) fixe des plafonds d'émission de SO₂, mais dès 1985, la Belgique avait adopté le protocole d'Helsinki, dont l'objectif était une réduction de 30 % des émissions de SO₂ entre 1980 et 1993. Le protocole a été renouvelé à Oslo, en 1994, avec cette fois l'ambition de réduire de 70 % les émissions en l'an 2000 par rapport au niveau de 1980. Cet objectif a déjà été atteint par la Belgique, dès 1995. En Région wallonne, la diminution est de 36 % depuis 1990, date à partir de laquelle la région dispose de données.

Une carte des émissions industrielles de SO₂ pour l'ensemble de la Wallonie est disponible en annexe 2. Les données à l'immission confirment la tendance générale à la diminution des SO_x. La figure 9 montre l'évolution des immissions moyennes en SO₂ pour les stations wallonnes entre 1978 et 1998 : la diminution générale est le résultat d'efforts conjugués dans les secteurs de l'énergie, des transports et de l'industrie.

Emission de SO₂ en 1996



Carte 2 : Emission de SO₂ en 1996

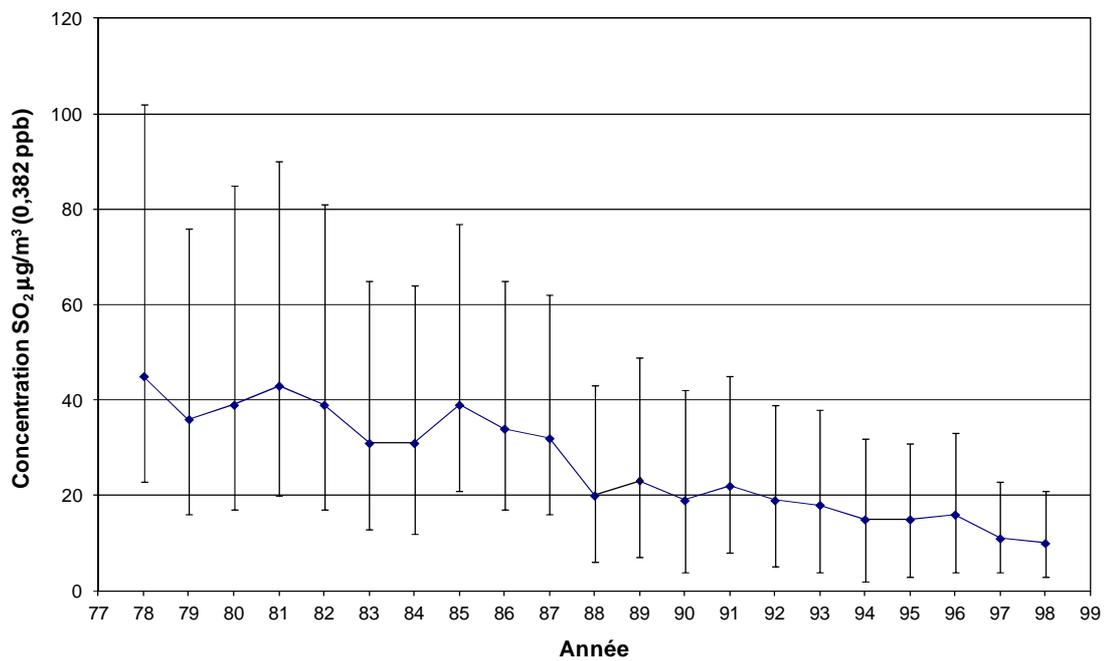


Figure 9 – Evolution des immissions de SO₂ (moyenne annuelle des valeurs journalières) pour la Région wallonne entre 1978 et 1998. Les extrémités des barres d'erreurs représentent les percentiles 25 et 75. (valeurs guide de l'U.E. : 40 à 60 µg/Nm³).

Source – celine, 1999.

2.1.4.2. Oxydes d'azote

La génération d'oxydes d'azote résulte principalement de la réaction de l'oxygène et de l'azote de l'air ou du combustible sous l'effet de la température au cours du phénomène de combustion. Les NO_x peuvent également être produits naturellement par les processus biologiques anaérobies dans les sols et dans l'eau.

Les deux formes principales d'oxydes d'azote, le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂), seront abordés dans ce chapitre, l'hémioxyde d'azote (N₂O) ayant déjà été analysé dans le chapitre relatif à l'effet de serre. Le monoxyde d'azote est relativement non toxique, alors que le dioxyde d'azote est à la fois toxique et corrosif.

En Wallonie, pour l'année 1996, 16 % des émissions étaient dues à la production d'énergie, 36 % à l'industrie et 48 % aux transports, totalisant 128 896 tonnes de NO_x.

Comme la figure 10 le montre, c'est la combustion qui contribue le plus aux émissions industrielles, avec 90 % du total.

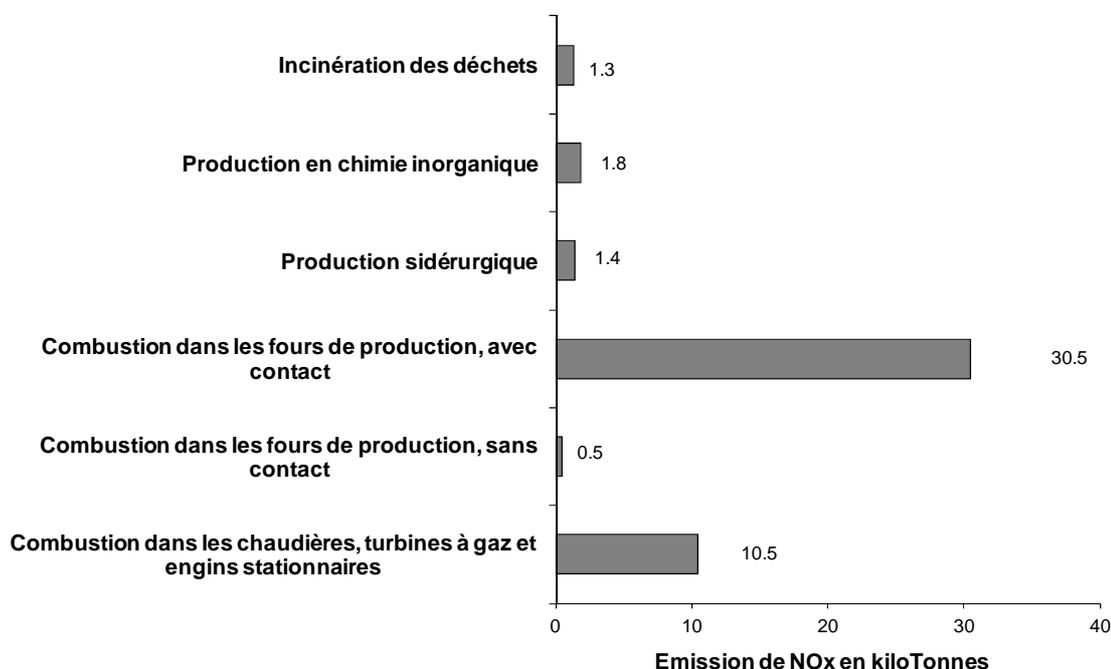


Figure 10 – Répartition des émissions industrielles d'oxydes d'azote pour 1996 en Région wallonne.

Source – DGRNE, 1999.

Lors d'une combustion de charbon, la majorité des NO_x générés proviennent de la conversion de l'azote contenu dans le combustible, car le charbon contient, selon le type et l'origine, de 0,2 à 3,5 % (en masse) d'azote. Pour les combustibles liquides, dont le contenu en azote est plus faible (de 0,005 à 0,8 %), une plus grande partie des NO_x émis sont formés par fixation de l'azote atmosphérique provenant de l'air de combustion. Cette quantité d'oxydes dits "thermiques" augmente avec la température de combustion. En ce qui concerne le gaz naturel, son contenu en azote moléculaire n'influence pas la formation des NO_x, seuls des oxydes thermiques sont formés. C'est l'inverse cependant pour le gaz de haut-fourneau, beaucoup utilisé en sidérurgie, et qui peut, lui, contenir jusqu'à 50 % d'azote moléculaire (qui, cependant, ne produit pas automatiquement des oxydes).

La figure 11 montre les évolutions des émissions, entre 1990 et 1996, pour les 3 principales activités responsables des quantités de NO_x émises dans les processus de combustion dans les fours de production, avec contact : la métallurgie, le verre, le ciment et la chaux.

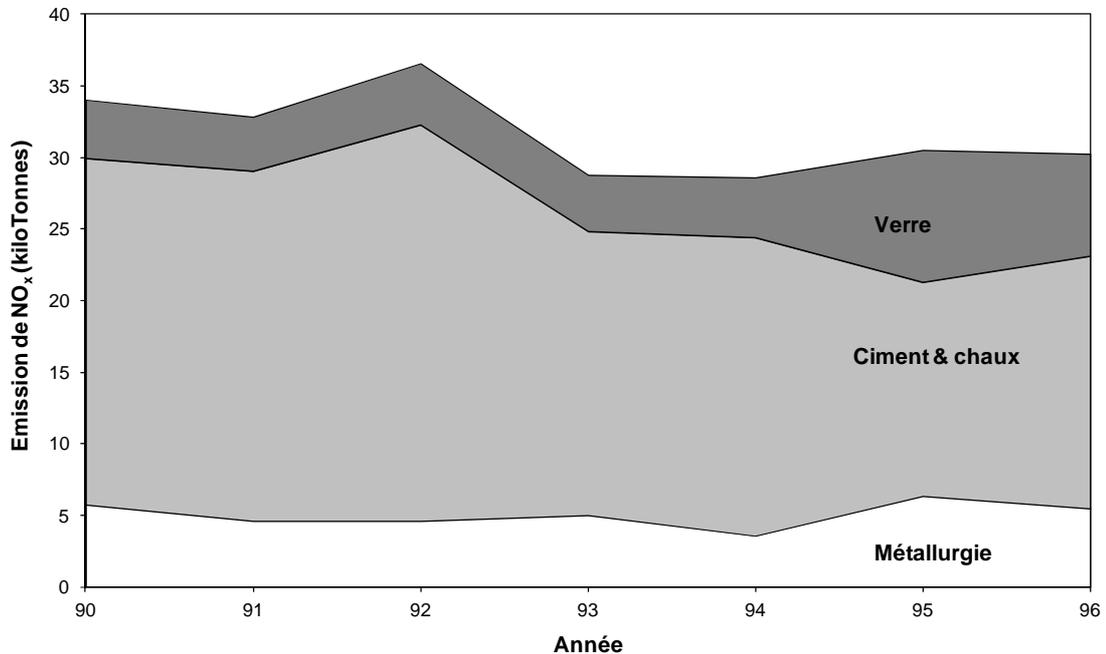


Figure 11 – Evolution des quantités de NO_x émises par le processus de combustion entre 1990 et 1996 en Wallonie, pour 3 secteurs.

Source – DGRNE, 1999.

Dans ce groupe, les cimenteries tiennent une place importante, avec 12 053 tonnes de NO_x émises en 1996 (21 982 tonnes en 1990).

Au niveau européen, les émissions des cimenteries représentent 2,3 % des quantités totales d'oxydes d'azote émises, alors que pour le SO₂, cette fraction n'est que de 0,8 %.

Plusieurs raisons peuvent justifier cette contribution importante de l'industrie du ciment dans les émissions de NO_x :

- les températures de combustion assez élevées, rendues nécessaires par la "clinkerisation",
- plusieurs zones de génération d'oxydes d'azote (fours rotatifs, fours de précalcination, ...);
- moins de solutions de récupération/traitement que pour le SO₂, pour lequel, par exemple, l'injection d'hydroxyde de calcium dans le flux de fumée s'avère une solution efficace.

Néanmoins, par l'emploi de brûleurs plus performants, évitant les points chauds, et par un contrôle rigoureux des émissions et des températures assurant la calcination sans surchauffe du "clinker", la formation d'oxydes d'azote peut être réduite. Une diminution sensible est d'ailleurs constatée pour les émissions dues à cette activité en Wallonie, avec un taux moyen de réduction des quantités de NO_x émises de plus de 2 000 tonnes par an entre 1990 et 1996.

La part des émissions due aux procédés, par rapport à celle due à la combustion est assez faible : moins de 10 % des émissions industrielles en 1996.

Il s'agit notamment des procédés suivants :

- la production sidérurgique, et notamment les pertes par les portes des fours à coke et lors du chargement en combustible;

- les procédés de chimie inorganique, et notamment la production d'acide nitrique où les NO_x sont libérés des tours d'absorption et des procédés d'épuration des gaz résiduaire;
- l'incinération des déchets ménagers, pour laquelle, en raison de la faible température d'incinération (inférieure à 1 090°C), peu d'oxydes thermiques sont générés : les NO_x se forment davantage à partir de l'azote contenu dans les déchets.

La production totale de NO_x d'origine industrielle par habitant est de l'ordre de 14 kg/hab, avec peu d'évolution entre 1990 et 1996, alors que la moyenne européenne est plus faible (6,5 kg/hab en 1995).

Entre 1990 et 1996, les émissions de NO_x ont globalement baissé en Wallonie, avec une tendance moyenne de - 2,3 % par an : c'est surtout le secteur des transports qui a contribué à cette diminution, mais l'industrie y a participé également (diminution moyenne de - 1,3 % au cours de la même période).

Le protocole de Sofia, non encore ratifié en 1999 en Région wallonne, prévoit une stabilisation à leurs niveaux de 1987 des émissions totales de NO_x pour 1994 et une réduction de 30 % pour 1998 par rapport à leur niveau de 1986. Pendant cette période, la Région wallonne a fait mieux que stabiliser les émissions, puisqu'elle les a réduites de 7 %.

Cependant, cette tendance à la baisse n'est que très peu perçue au niveau de l'immission du NO₂. La valeur guide de l'Union Européenne (Directive 85/203/EEC), transposée au niveau belge (AR 1/7/86), est de 50 µg/Nm³ pour la médiane des valeurs horaires mesurées sur l'année. La figure 12 montre l'évolution entre 1978 et 1998 des concentrations annuelles de NO₂ pour la Wallonie. Elle permet effectivement de se rendre compte d'une légère diminution globale, et des concentrations inférieures à la norme, mais également d'une stabilisation ces dernières années.

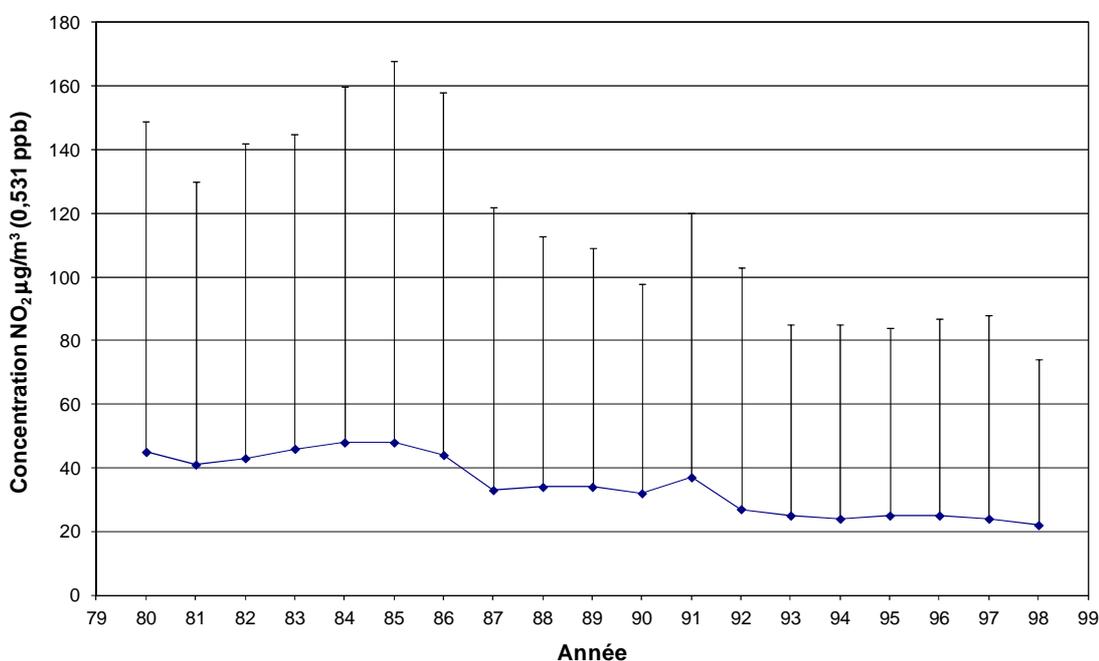
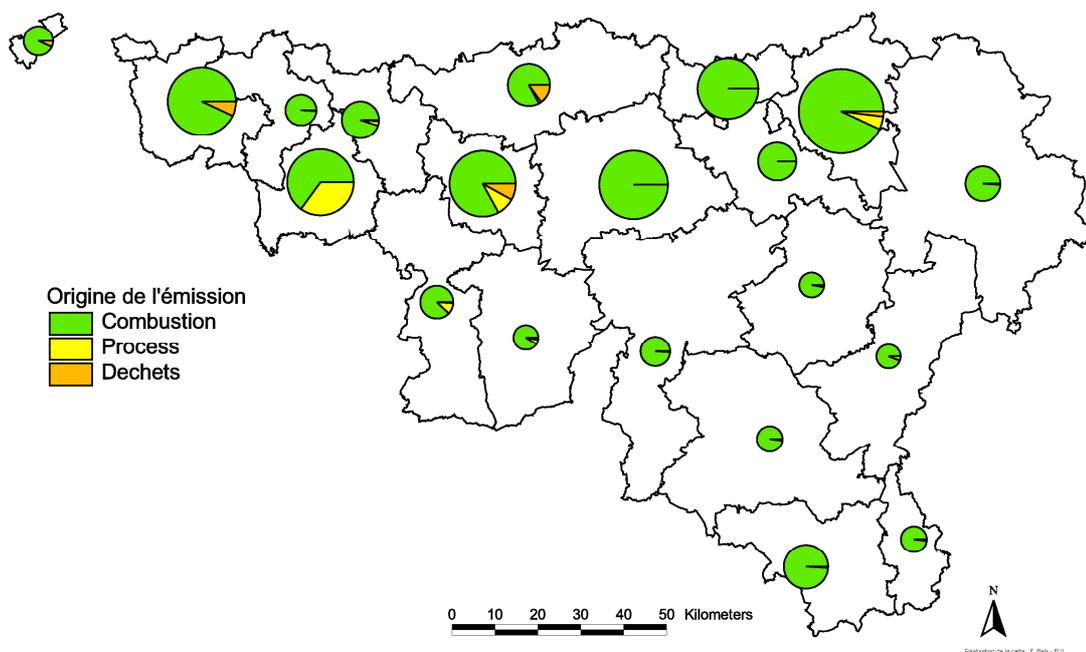


Figure 12 - Evolution, entre 1980 et 1998, de la médiane annuelle des concentrations semi-horaires de NO₂ (µg/Nm³) mesurée en moyenne dans les stations wallonnes. Le sommet de la barre d'erreur représente la percentile 98 (valeur guide UE : 50 µg/Nm³ pour la médiane et 135 µg/Nm³ pour la percentile 98).

Source - CELINE, 1999.

En carte 3 est fournie une carte de Wallonie montrant la répartition territoriale des émissions industrielles de NO_x, surtout selon l'axe ouest-est : Tournai – Mons – Charleroi – Namur – Liège.

Emission de NO_x en 1996



Carte 3 : Emission de NO_x en 1996

2.1.4.3. Ammoniac

Bien qu'étant une base, l'ammoniac est globalement considéré comme un composé responsable des précipitations acides.

Comme composé basique, il peut d'une part neutraliser les acides nitrique ou sulfurique en formant des sels d'ammonium NH₄NO₃ et NH₄HSO₄. Il en résulte donc une diminution globale de ces acides dans l'atmosphère, mais les particules de sels d'ammonium peuvent être transportées sur de longues distances par les vents, avant de se déposer sur le sol.

D'autre part cependant, l'ammoniac atmosphérique peut entraîner une acidification, car il agit comme catalyseur de la réaction de formation de l'acide sulfurique, en rendant possible la solubilité du SO₂ en phase gazeuse.

Enfin, la molécule d'ammoniac étant très réactive, elle réagit rapidement avec l'eau atmosphérique pour former de l'ammonium (NH₄⁺). L'ion ammonium se dépose sur le sol où il est converti par les bactéries nitrifiantes en nitrites (NO₂⁻), puis en nitrates (NO₃⁻). Cette nitrification libérant globalement des ions H⁺.

L'ammoniac (NH₃) est considéré comme un polluant anthropique mineur, comparé d'une part aux émissions de NO_x, cent fois plus importantes au niveau mondial, et d'autre part aux énormes quantités d'ammoniac émises par la nature, valant trois cents fois les émissions anthropiques. La plupart des émissions naturelles sont dues à des processus de décomposition biologique. La concentration de fond dans l'atmosphère varie entre 1 et 20 ppb (GODISH, 1991).

En 1996, en Wallonie, la quantité totale de NH_3 émise était de 30 716 tonnes, dont 29 376 tonnes par l'agriculture à elle seule, et des parts beaucoup plus petites pour l'industrie (788 tonnes) et les transports (553 tonnes).

Les principales sources industrielles sont les procédés de production en chimie inorganique – acide nitrique, ammoniac, nitrate d'ammonium et phosphate d'ammonium –, les stations d'épuration, et dans une moindre mesure, les pertes par les portes des fours à coke. Alors qu'elle émettait 1 818 tonnes de NH_3 en 1990, l'industrie de l'acide nitrique a pratiquement annulé ses émissions en 1996. L'industrie de la production d'ammoniac était responsable de 645 tonnes d'émissions fugitives dans l'atmosphère en 1995, et n'existe plus en 1996. Quant à celle de nitrate d'ammonium, elle générait 229 tonnes d' NH_3 en 1996.

2.1.4.4. Effet global

Par analogie avec les GWP (global warming potential) développés pour évaluer l'impact global des gaz à effet de serre, VERMEIRE et ses collaborateurs (1992) ont proposé des potentiels d'acidification, définis comme le rapport entre le nombre d'ions H^+ qui peuvent être produits par môle de substance. Par rapport au dioxyde de soufre choisi comme référence (potentiel unitaire), les NO_x participeraient à l'acidification, selon ce calcul, avec une pondération de 0,7 et le NH_3 avec une pondération de 1,88. Cette approche peut être contestée, dans la mesure où elle ne tient pas compte des réactions secondaires et notamment de la formation de sels par l'ammoniac dans l'atmosphère. Quoiqu'il en soit, la contribution du NH_3 étant très réduite, on peut tenter d'agréger les effets de SO_2 , NO_x et NH_3 par cette méthode et constater (figure 13) une évolution globale à la baisse de l'impact de l'industrie sur les retombées acides entre 1990 et 1996, la diminution étant attribuable surtout à la réduction des émissions de SO_2 .

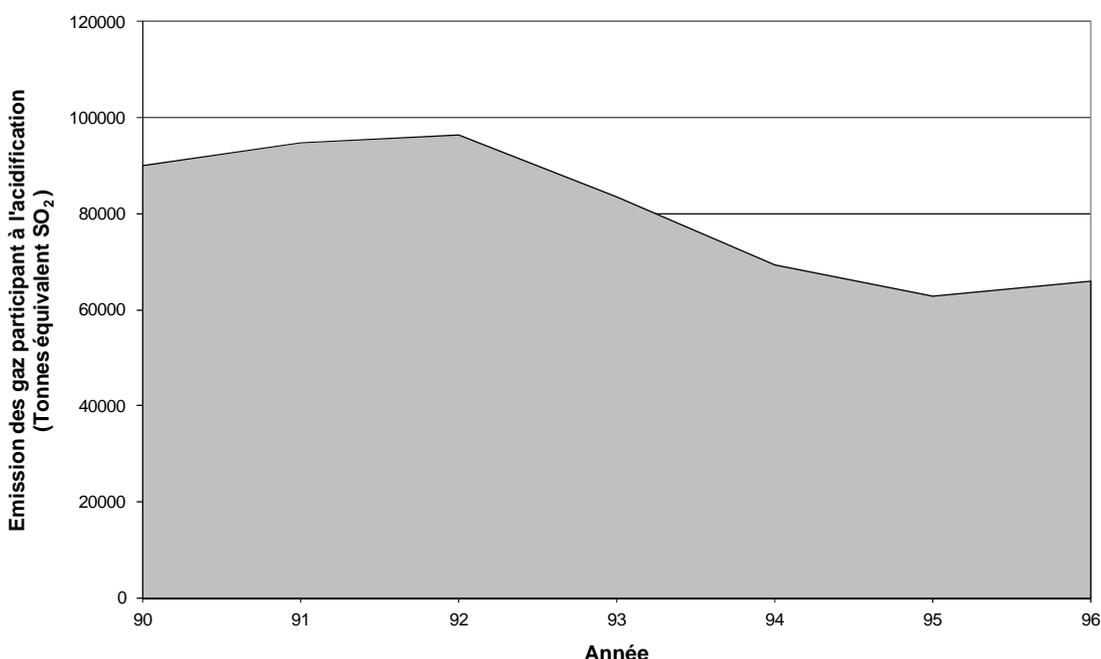


Figure 13 – Evolution, entre 1990 et 1996, de l'effet global des émissions industrielles sur les retombées acides, en tonnes équivalent SO_2 , selon la méthode des potentiels d'acidification.

Source – DGRNE, 1999; VERMEIRE et al., 1992.

2.1.5. La photo-oxydation

Les composés organiques volatils (COV) sont définis, généralement à l'exclusion du méthane (COVNM), comme des composés contenant du carbone et de l'hydrogène (ou d'autres atomes de substitution) et pouvant se trouver à l'état gazeux à température ambiante.

Leurs émissions ont un impact direct et important sur la santé humaine et sur les odeurs (cf. chapitre 2.6.), mais ils participent également à des transformations complexes dans l'atmosphère, en générant des impacts indirects sur l'environnement : le smog photochimique (ou smog d'été), ainsi qu'une croissance lente de la concentration moyenne des oxydants, susceptible d'affecter les plantes et les cultures.

En simplifiant, on peut dire que les COV favorisent l'augmentation de l'ozone (oxydant puissant) dans la basse atmosphère (troposphère) en perturbant l'équilibre des réactions entre NO et NO₂ : c'est le phénomène de photo-oxydation.

Il est difficile de fournir une liste exhaustive des COV, d'autant qu'il existe certaines hétérogénéités, voire ambiguïtés, quant à une définition exacte des composés organiques volatils. L'agence américaine de protection de l'environnement (EPA) propose néanmoins une liste de 318 substances considérées comme des COV, dont un certain nombre ne sont pas photochimiquement réactives. Cette liste comprend principalement des hydrocarbures (alcanes, alcènes, alcynes, aromatiques) ainsi que des composés carboxylés (aldéhydes et cétones), nitrés ou soufrés (voir aussi l'Atlas de l'Air de la Wallonie, 1998).

Parmi les sources anthropiques possibles figurent le trafic automobile (fonctionnement du moteur, ou évaporation du carburant), l'utilisation de solvants et l'extraction de combustibles fossiles.

En Wallonie, en 1996, l'estimation de la quantité de COV non méthaniques émise était de 87 326 tonnes, dont 23 % attribuables à l'agriculture, 7 % à l'énergie, 15 % à l'industrie, 14 % aux activités domestiques et de service (autres que le chauffage domestique) et 41 % aux transports.

La marge d'incertitude qui accompagne ces données reste cependant très grande : probablement de l'ordre de 50 % en ce qui concerne les transports. Identifier des évolutions dans ces conditions reste une démarche assez hasardeuse : l'introduction du pot catalytique et l'amélioration de la technique automobile semblent par exemple pouvoir justifier la réduction des émissions pour les transports.

Un autre poste de rejet important est l'utilisation de solvants, réparti entre plusieurs types d'activités industrielles, de services ou domestiques, et représentant environ un quart du total des émissions wallonnes. Les solvants, étant des produits commercialisés, les quantités achetées devraient être bien connues des divers secteurs d'activités (application de peinture, imprimerie, dégraissage métallique, etc). En France tout au moins, l'expérience et les visites dans les entreprises montrent qu'il n'en est rien (LE CLOIREC, 1998). De plus, la composition du parc d'installation de réduction des émissions est mal connue. Globalement, l'incertitude de l'estimation pour les solvants peut être évaluée à environ 30 %.

Un très grand nombre d'activités sont concernées par les émissions industrielles de COVNM : depuis la combustion jusqu'au traitement des déchets, en passant par les procédés dans les industries du pétrole, de l'acier, de la chimie et de la pharmacie, du papier, des peintures ou du caoutchouc, ou encore l'industrie agro-alimentaire.

La figure 14 montre la répartition par sous-catégorie des émissions industrielles de COVNM pour 1996 en Région wallonne (total des émissions pour 1996 : 13 090 tonnes).

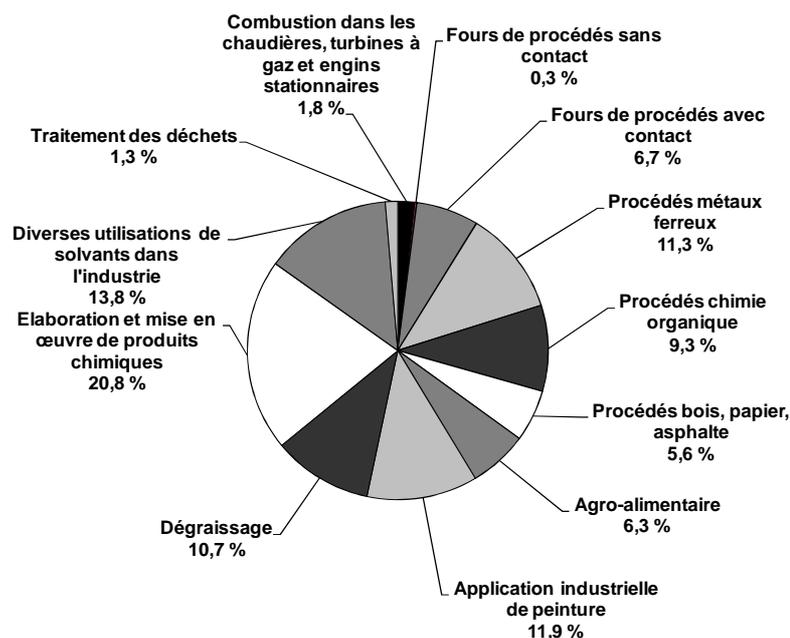


Figure 14 – Répartition par sous-catégorie des émissions industrielles de COVNM pour 1996 en Région wallonne.

Source – DGRNE, 1999.

Le tableau 4 reprend les principales sources, par ordre de quantités émises en 1996.

Activité	Quantités de COVNM émises en tonnes	
	1991	1996
Diverses applications de peinture dans l'industrie	2843,0	1416,7
Industrie pharmaceutique		1087,0
Pertes dans les fours à coke	1507,6	1042,6
Imprimeries industrielles	529,2	983,0
Application de colles et d'adhésifs	815,0	820,0
Dégraissage des métaux	1590,3	790,2
Boulangeries industrielles	651,8	709,1
Industrie du papier	485,4	708,6
Nettoyage industriel		616,0
Mise en œuvre du caoutchouc	555,5	500,0
Frittage des minerais	152,0	497,4

Fabrication du polypropylène	1504,5	487,0
Fabrication du polyéthylène haute densité	143,0	326,0
Fabrication de polystyrène expansé	248,4	320,0
Tableau 4 – Principales sources d'émission de COV non méthaniques en 1991 et en 1996.		
Source – DGRNE, 1999.		

Les applications de peinture dans l'industrie concernent la construction navale, les articles métalliques ou en plastiques, l'industrie du bois et la finition de véhicules.

Une peinture conventionnelle contient approximativement 50 % de substance sèche et 50 % de solvant. La vitesse d'évaporation du solvant de dilution ou de nettoyage des outils dépend du degré de volatilité des constituants du solvant.

La plupart des applications de peinture sont réalisées en local fermé, généralement ventilé et susceptible d'être doté d'un système d'épuration des émanations de solvant. Quoiqu'il en soit l'efficacité de ces systèmes n'est pas totale, et il reste toujours une partie de solvant émise à l'extérieur.

De manière plus générale, des solvants sont utilisés dans l'industrie (pharmacie, imprimerie, dégraissage, ...) pour dissoudre des substances, pour nettoyer ou comme agents de transfert ou d'extraction. Quelques solvants sont très spécifiques à certains types d'application, mais les constituants essentiels des solvants sont invariablement des alcanes, des aromatiques, des alcools et des esters, et, dans une moindre mesure, des cétones, ainsi que des hydrocarbures chlorés.

Dans les fours à coke, les émissions de composés organiques volatils proviennent des composés imbrûlés du gaz de coke, qui contiennent des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques.

En ce qui concerne les procédés de fabrication de matériaux, comme le caoutchouc, le polypropylène, le polyéthylène ou le polystyrène, le solvant fait partie du processus d'élaboration du matériau. Il est introduit dans le réacteur en même temps que les autres substances et peut être perdu par fuites à travers les divers organes du procédé de fabrication (vannes, pompes, ...) ou lors du séchage du produit obtenu.

En Wallonie, l'industrie émet aux environs de 4 kg de composés organiques volatils par habitant (1996), chiffre probablement sous-estimé, car les émissions fugitives et diffuses sont difficilement quantifiables.

Comme le montre la figure 15, les émissions globales diminuent entre 1990 et 1996, surtout grâce à un effort dans le secteur des transports et celui des activités domestiques et de service, mais également dans l'industrie.

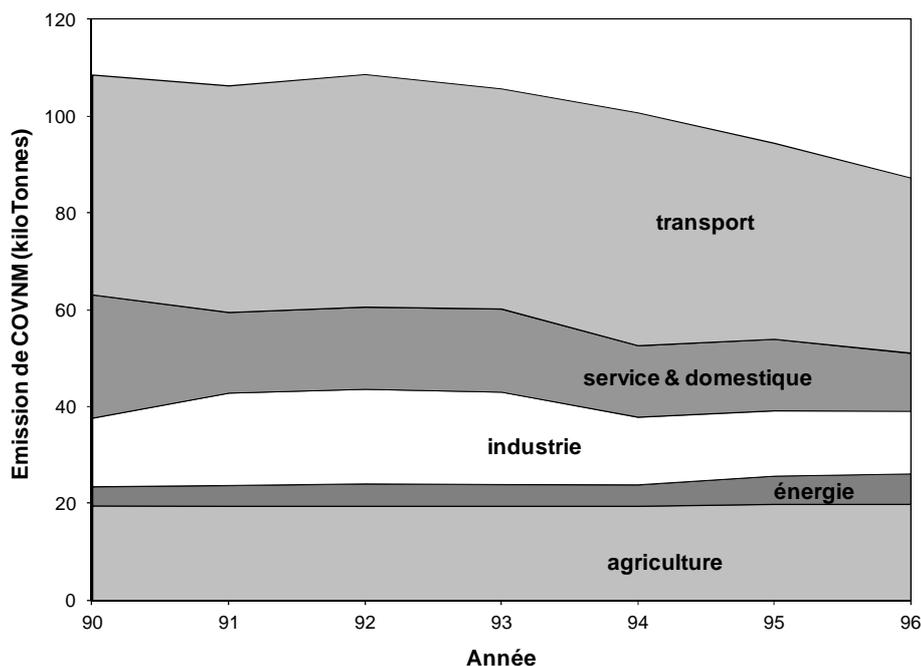


Figure 15 – Evolution des émissions de COV non-méthaniques en Wallonie entre 1990 et 1996.

Source – DGRNE, 1999.

Entre 1993 et 1996, la quantité de COVNM émise par l'industrie est passée de 19 228 tonnes à 13 090 tonnes, soit plus de 30 % de réduction.

Ce chiffre est à mettre en relation avec les objectifs belges, résultant du protocole de Genève (1991), correspondant précisément à une réduction de 30 % des émissions de composés organiques volatils pour 1999, par rapport aux niveaux de 1988.

2.1.6. Incidence sur la santé humaine

Dans les 20 m³ d'air que l'homme inhale en moyenne chaque jour se trouvent un certain nombre de composés toxiques qui sont donc susceptibles de s'accumuler dans son organisme et peuvent, à terme, engendrer différents troubles et altérer sa santé. Parmi ces composés se trouvent quelques substances déjà citées précédemment, notamment dans les chapitres traitant de l'acidification et de la photo-oxydation.

Le SO₂ peut affecter le système respiratoire, mais il contribue également à l'acidification. Une même molécule d'une telle substance, qualifiée de "non-persistante", ne pourra cependant contribuer qu'à un seul de ces deux problèmes durant son existence. Les NO_x, eux, peuvent s'avérer irritants pour le système respiratoire lorsqu'ils sont inhalés, mais ils présentent également un effet toxique indirect, via la chaîne alimentaire, et une même molécule peut donc contribuer à la fois à l'acidification et à la toxicité humaine.

Quant aux COV, ils, sont responsables de différents troubles : irritations, troubles cardiaques et digestifs, maux de tête, troubles du système nerveux, actions cancérogènes et mutagènes. Leur effet sur l'homme est cependant fort variable d'une molécule à l'autre.

Plus classiquement, seront considérés comme polluants toxiques :

- le monoxyde de carbone (CO), qui se lie chimiquement à l'hémoglobine du sang pour former de la carboxyhémoglobine;
- les métaux lourds qui ne s'éliminent que très lentement de l'organisme et s'accumulent dans les os, les muscles, le cerveau et les organes, avec divers effets sur la santé;
- les poussières, sur lesquelles sont adsorbées des substances toxiques (composés soufrés, hydrocarbures polycycliques aromatiques, métaux lourds) et qui entrent directement dans les tissus pulmonaires, s'y accumulent, et provoquent des effets sur la santé après un temps de rétention parfois de plusieurs mois,
- les dioxines, les furannes et les composés organiques persistants.

2.1.6.1. Monoxyde de Carbone (CO)

Le CO est produit en quantités importantes par la combustion incomplète des combustibles fossiles et d'autres matières organiques, lorsqu'il n'y a pas assez d'oxygène pour oxyder le monoxyde de carbone en CO₂.

En Wallonie, un total de 457 087 tonnes de monoxyde de carbone a été émis en 1996, dont 9 % par la production d'énergie, 58 % par l'industrie et 33 % par les transports. Comme l'indique la figure 16, la production industrielle de CO a tendance à se stabiliser depuis 1993, après une décroissance durant les premières années de la décennie.

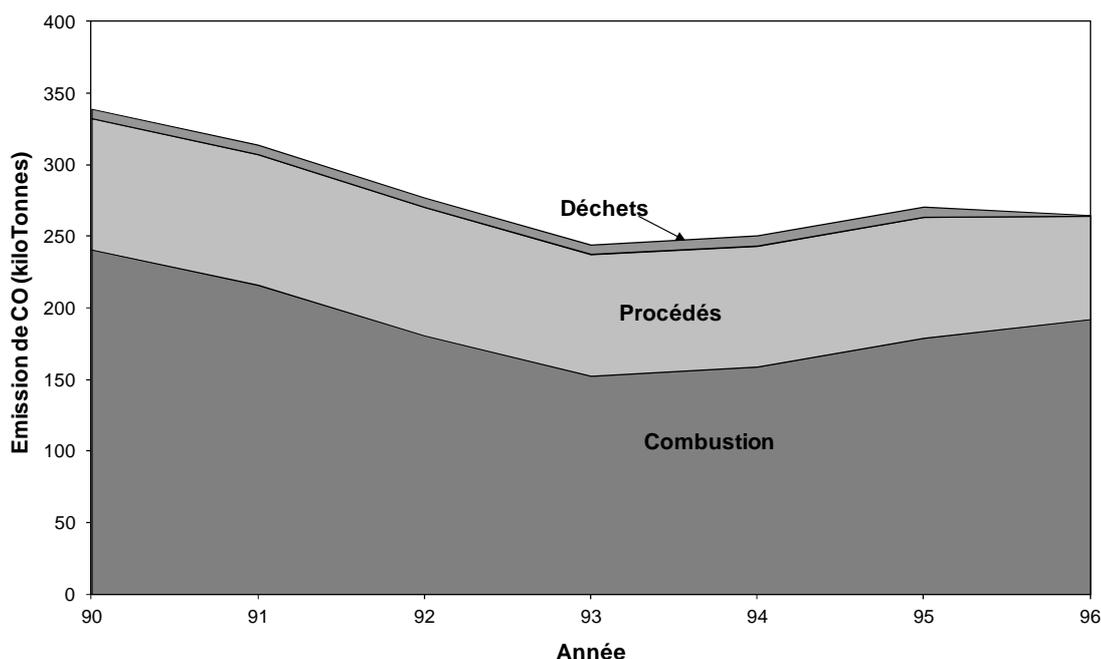


Figure 16 – Evolution de la production de monoxyde de carbone, due à l'industrie, entre 1990 et 1996.

Source – DGRNE, 1999.

La part la plus importante des émissions est due à la combustion industrielle et son évolution est à mettre en relation avec la production de CO₂ par ce secteur entre 1990 et 1996 (voir figure 2) dont l'allure est sensiblement la même que celle du CO. Dans les 192 258 tonnes de CO émises en 1996 par la combustion industrielle, une très grande partie (153 588 tonnes, soient 81 %) sont imputables à l'agglomération des minerais de fer. Le reste est surtout dû à la combustion dans les secteurs du ciment (11 722 tonnes) et de la chaux (22 489 tonnes).

L'agglomération constitue l'une des étapes essentielles de la préparation du minerai de fer. Elle consiste en un frittage à haute température de petites particules de minerai, de fondants et de produits divers à valoriser, afin de former un produit à la fois poreux, pour faciliter les échanges avec les gaz de réduction qui traversent le fourneau, et résistant, pour pouvoir supporter la charge du fourneau. La combustion du mélange est assurée par aspiration forcée d'air à travers la couche, les matières minérales jouant le rôle de "cendres" d'un combustible très pauvre, dont la combustion doit être réglée de manière à assurer un frittage des matières, ce qui justifie les émissions importantes de monoxyde de carbone. Celles-ci sont cependant en diminution constante, avec un taux moyen d'environ 13 000 tonnes de CO (8,5 %) en moins par an entre 1990 et 1996.

La part des procédés dans les émissions de CO imputables à l'industrie oscille de 27 à 35 %, selon l'année, entre 1990 et 1996, tandis que la contribution du traitement des déchets est négligeable.

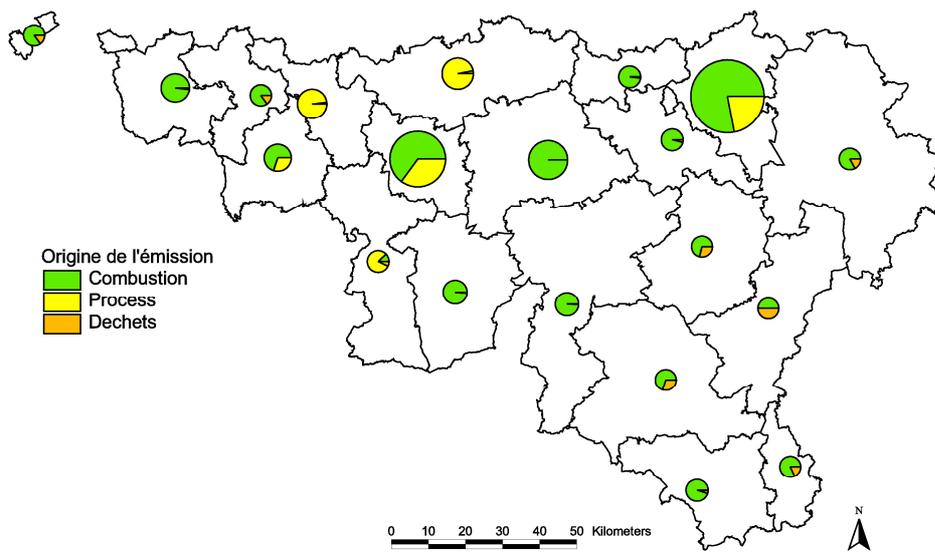
Parmi les procédés industriels, les convertisseurs sidérurgiques à oxygène produisaient en 1996, à eux seuls 68 604 tonnes de CO, soient environ 95 % des émissions dues aux procédés.

Dans ces convertisseurs s'opère l'affinage principal de la fonte, consistant en une réoxydation des éléments dissous (carbone, silicium, phosphore, manganèse, ...) par injection d'oxygène dans le bain métallique. La forte attraction entre le carbone et l'oxygène est mise à profit, le carbone qui quitte le fer disparaissant du convertisseur sous forme de CO. Même si une partie importante du monoxyde de carbone est immédiatement oxydée en CO₂, le reste est émis vers l'atmosphère.

En Région wallonne, l'industrie génère au total environ 80 kg de monoxyde de carbone par habitant, beaucoup plus que la moyenne européenne (environ 33 kg/hab), la part de la sidérurgie étant beaucoup plus importante que dans les autres pays, et étant pratiquement stationnaire depuis 1993, après la diminution de l'activité sidérurgique entre 1990 et 1993.

Une carte de Wallonie, fournie en carte 4, montre les principaux pôles d'émissions industrielles de CO (Charleroi et Liège surtout).

Emission de CO en 1996



Carte 4 : Emission de CO en 1996

2.1.6.2. Métaux lourds

Neuf métaux lourds font l'objet de l'inventaire CORINAIR : l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cuivre, le mercure, le nickel, le plomb, le sélénium et le zinc.

Chaque métal présente un impact spécifique sur la santé humaine qui dépend notamment des voies de pénétration (respiration, ingestion, contact avec la peau). Le véritable danger pour l'homme est la bioaccumulation : ces éléments très stables s'accumulent en effet aux différents niveaux de la chaîne alimentaire, en augmentant leur concentration à mesure qu'on s'élève dans la chaîne, jusqu'à l'homme (bioamplitude). Le tableau 5 fournit, à titre d'exemple, les "facteurs provisoires de classification" calculés dans le "guide aux Life Cycle Analysis" (HEIJUNGS, 1992) pour les différents métaux. Ils permettent d'apprécier la toxicité de la substance par kg de poids de l'individu et kg de substance.

Métal	Facteur
As	4700
Cd	580
Cr ^{VI}	47000
Cu	0,24
Hg	120
Ni	470
Pb	160
Zn	0,033

Tableau 5 – **Pondération de la toxicité pour 8 métaux lourds, selon Heijungs (1992).**

La figure 17 montre la répartition des émissions en Wallonie en 1996, pour les 9 métaux considérés. Le zinc et le plomb y tiennent une part importante, mais étant donné leur toxicité, le chrome (surtout sa forme hexavalente -Cr^{VI}-) et l'arsenic représentent également des éléments essentiels.

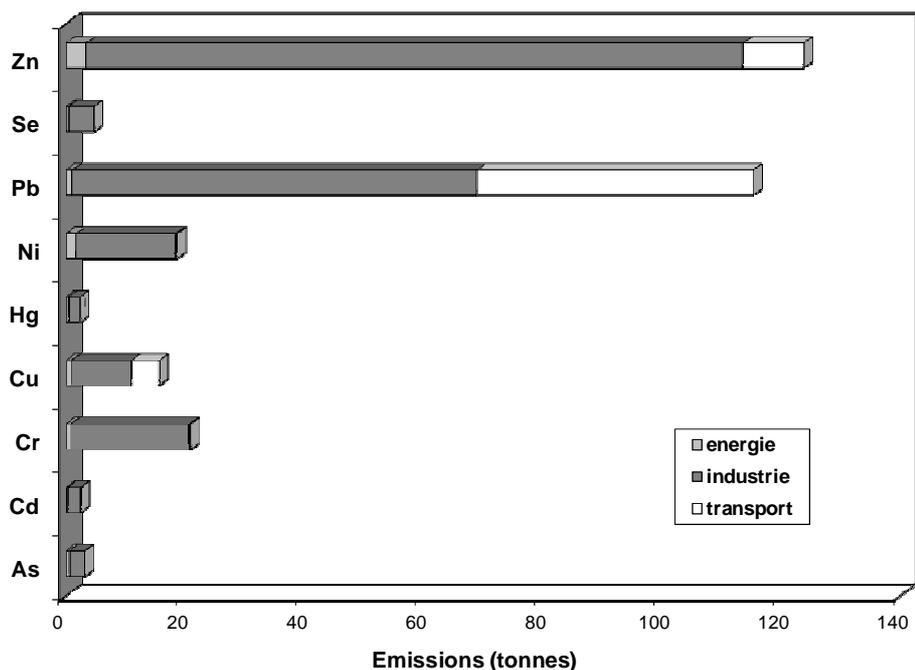


Figure 17 – Répartition des émissions en métaux lourds pour la Wallonie en 1996.
 Source – DGRNE, 1999.

Les activités industrielles sont responsables de la plus grande partie (77 %) des quantités totales de métaux lourds émises. La figure 18 montre la répartition des émissions, selon le secteur industriel, et calculées en sommant les quantités générées par tous les métaux, pondérées par leur facteur de toxicité issus du tableau 5 : il s'agit donc d'une indication globale de la toxicité induite par les métaux lourds d'origine industrielle. Les quantités étant très variables d'une année à l'autre, c'est en outre la valeur moyenne pour les données disponibles (années 1990, 1994, 1995 et 1996) qui a été représentée. Cette présentation, bien que discutable, permet d'identifier les principales sources de métaux lourds dans l'industrie wallonne.

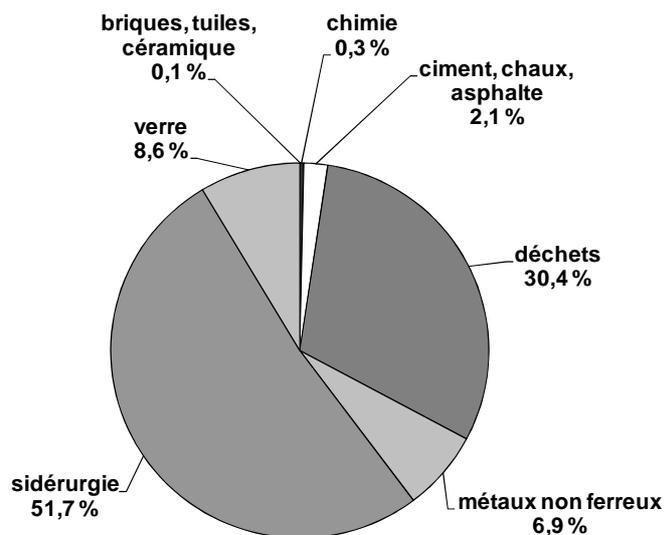


Figure 18 – Répartition de la toxicité globale des émissions de métaux lourds, selon le secteur industriel (moyenne entre 1990 et 1996). La figure est générée en sommant les quantités individuelles générées par métal, pondérées par leur facteur de toxicité issu du tableau 5.

Source – DGRNE, 1999.

Jusqu'à 1994, l'industrie du verre émettait beaucoup de métaux lourds, surtout du plomb et du sélénium, mais aussi de l'arsenic, du chrome, du nickel et du zinc. Les métaux lourds contenus dans les matériaux de base et dans le combustible sont partiellement vaporisés dans le four et des poussières métalliques sont entraînées vers l'extérieur. L'accord de branche de 1995 conclu entre le Gouvernement wallon et l'industrie du verre impose de ne pas dépasser 35 g par tonne de verre fondu (soit 5 mg/Nm³) pour la somme des teneurs en Cr⁶, Pb, Cd, Sb, Ni, Co, Se et V (voir encadré). Les métaux entrent également dans la composition même de certains verres techniques dit "spéciaux", pour lesquels les rejets provenant des fours de fusion sont limités selon le métal. Depuis 1994, la quantité totale de métaux lourds émise par l'industrie du verre a fortement diminué : de 52,6 tonnes en 1994, elle est passée à 22,7 tonnes en 1996. Les améliorations les plus spectaculaires sont enregistrées pour le plomb, le sélénium et le zinc, avec près de 90 % de réduction entre 1994 et 1996.

La sidérurgie, de manière générale, rejette dans l'atmosphère une grande variété de métaux lourds. La combustion (dans les hauts fourneaux, les "cowpers" ou pour l'agglomération des minerais), mais aussi les activités liées aux procédés (soutirage de la fonte, convertisseurs à oxygène, élaboration de l'acier dans les fours à arc, pertes par les portes de fours à coke), rejettent des poussières chargées de métaux lourds. Les procédés sidérurgiques en produisent en moyenne 50 % de plus que la combustion dans le même secteur. La filière électrique à elle seule rejetait 56,5 tonnes de métaux lourds en 1996. Cette filière n'est en effet pas basée sur le minerai de fer, mais bien sur des ferrailles de récupération, contenant beaucoup de matières potentiellement polluantes, qui sont refondues sous l'action d'un arc électrique à une température qui localement peut atteindre 3 000°C, ce qui entraîne la volatilisation directe d'une partie des matières enfournées. Elle se particularise notamment par ses émissions de zinc et de chrome. Cependant, étant donné l'importance de l'électrozinc dans les mitrailles que la filière exploite actuellement, il serait possible à l'avenir de considérer les poussières comme un minerai exploitable.

En ce qui concerne la filière traditionnelle d'élaboration de l'acier, c'est la phase d'agglomération du minerai de fer qui rejette le plus de métaux lourds dans l'atmosphère, avec, globalement, 37,5 tonnes en 1996 (en particulier du cadmium, du chrome, du cuivre et du plomb).

Au total, l'activité sidérurgique a réduit ses rejets en métaux lourds de 38 % entre 1994 et 1996.

L'incinération des déchets est responsable d'une partie des émissions (surtout cadmium, chrome, mercure et nickel, c'est-à-dire des métaux très toxiques, qui participent donc fortement à la toxicité globale due aux émissions de métaux lourds). Sa contribution au total des émissions industrielles, tous métaux confondus, est passée de 11 % en 1994 à 4 % en 1996. En termes de participation à la toxicité globale des métaux lourds, la chute est encore plus spectaculaire, puisqu'on passe de 47 % en 1994 à seulement 2,5 % en 1996 (NB : la figure 18, indique une participation du secteur des déchets de 30,4 %, mais il s'agit bien d'une moyenne sur les 4 années considérées). Ceci est dû à la chute des émissions de chrome des incinérateurs. L'arrêté du gouvernement wallon du 9 décembre 1993 (modifié le 3 décembre 1998) relatif à la lutte contre la pollution atmosphérique en provenance des installations d'incinération de déchets ménagers fixe d'ailleurs des limites de concentration, pour les installations d'incinération des déchets ménagers (notamment à 0,2 mg/Nm³ pour le cadmium et à 5 mg/Nm³ pour la somme Pb+Cr+Cu+Mn).

Parmi les autres activités, il faut citer la production de chaux, qui émet surtout du cuivre, du cadmium, du sélénium et du plomb et la production de métaux non-ferreux, en particulier la fusion secondaire (à partir de déchets et non de minerai) de zinc, de cuivre et d'aluminium.

Les rejets globaux en métaux lourds dus à l'industrie, tous métaux confondus, sont restés stables autour d'une valeur moyenne de 378 tonnes entre 1990 et 1995 pour diminuer brusquement de 38 % entre 1995 et 1996 et atteindre 235 tonnes. Ceci est essentiellement dû à une correction de la méthode d'inventaire Corinair qui, jusqu'à 1995, surévaluait les rejets en métaux lourds.

Cette tendance à la baisse est confirmée par les données à l'immission. Si la suppression progressive du plomb dans l'essence peut justifier une partie de la diminution observée de la teneur en plomb dans les différentes stations de mesure, la réduction des immissions de zinc ne peut s'expliquer, elle, que par un effort de l'industrie.

Or, depuis 1986, on observe une diminution sensible du zinc dans l'atmosphère, y compris pour les stations de fond : la station d'Offagne, par exemple, enregistre une baisse moyenne de l'ordre de 0,005 µg de zinc par m³ et par an 1986 et 1996.

A cet égard, la seule valeur guide en vigueur à l'immission est celle relative au plomb, soit 2 µg/Nm³ en moyenne annuelle (AR 03.08.1984). Pour les autres métaux, les limites suivantes peuvent être prises en considération à titre de références utiles (ISSEP, Région wallonne, 1995) :

Cd	0,04 µg/Nm ³ (moyenne annuelle)
Pb	2 µg/Nm ³ (moyenne journalière)
Cd	0,08 µg/Nm ³ (moyenne journalière)

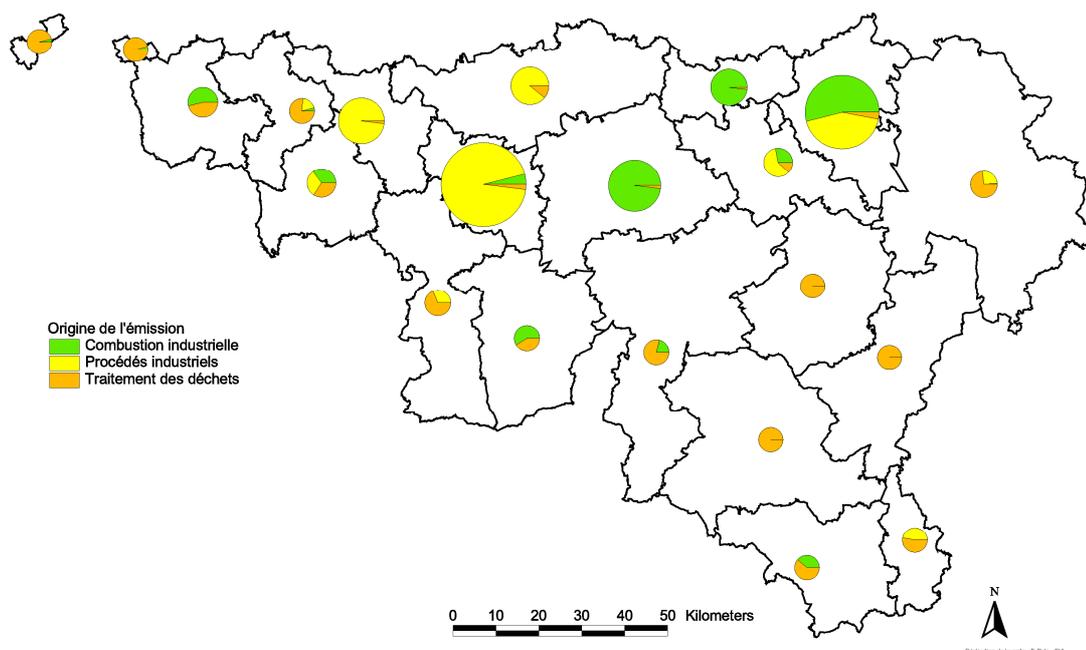
Les chiffres fournis dans le tableau 6 s'appliquent à la pollution atmosphérique par le plomb, ils permettent de situer la Wallonie par rapport à la Région flamande.

	Région wallonne			Région flamande	
rejets anthropiques totaux en 1996 (tonnes)	115			264	
tendances à l'immission ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Belgique	Bruxelles	Anvers	Liège	Stations de Fond
1990	0,28	0,30	0,12	0,16	0,05
1996	0,15	0,12	0,09	0,10	0,02

Tableau 6 – Quelques données utiles concernant la pollution atmosphérique par le plomb.
Source – Questionnaire Eurostat/OCDE, 1999.

Les 2 cartes de Wallonie fournies en carte 5 concernent le zinc, choisi à titre d'exemple, bien que peu toxique. L'une est relative aux émissions et l'autre aux immissions mesurées dans les stations du réseau "air" de la Région wallonne. Leur comparaison confirme en partie l'apport en zinc des industries dans l'environnement.

Emission de Zn en 1996 (Kg/an)



Carte 5 : Emission et immission de Zn en 1996

2.1.6.3. Poussières

Les poussières émises dans l'atmosphère (ou aérosols) peuvent être caractérisées par leur composition chimique – beaucoup d'entre elles contiennent notamment des métaux lourds –, mais aussi sur base de leur taille. La toxicité humaine fait surtout référence aux "PM10" (PM pour "particulate matter"), c'est-à-dire les particules dont le diamètre moyen est inférieur à $10\ \mu\text{m}$. Il peut s'agir de particules en phase solide ou liquide, chimiquement réactives ou inertes, solubles ou insolubles dans l'eau. Elles peuvent être émises directement dans l'air ou générées photochimiquement. Parmi les PM10, on parlera de "fumées noires" pour les particules noirâtres de petite dimension, généralement associées à la pollution par le SO_2 .

Les petits aérosols, de taille inférieure à 10 µm, passent à travers le système de filtration naturel du corps humain et non seulement se déposent dans les voies respiratoires supérieures, mais atteignent aussi les alvéoles pulmonaires.

Les résultats d'une étude de l'American Lung Association (1993) montrent une corrélation entre les expositions à court terme aux PM10 et l'augmentation des symptômes d'irritation respiratoire, de l'utilisation des médicaments pour l'asthme et de la mortalité des patients souffrant de maladies respiratoires chroniques.

La valeur limite pour la concentration des particules en suspension est de 80 µg/Nm³ pour la médiane des valeurs moyennes quotidiennes relevées pendant l'année.

L'inventaire CORINAIR fait référence aux poussières totales, c'est-à-dire non seulement aux particules en suspension, de petite taille, mais aussi aux poussières sédimentables, moins dangereuses pour le corps humain, mais qui constituent une nuisance par la dégradation qu'elles provoquent aux bâtiments, végétaux, paysages, ...

Les activités humaines sont responsables de 10 % environ de la quantité totale de poussières émises globalement au niveau mondial : cendres volantes de charbon, émissions sidérurgiques, combustibles, agriculture, cimenteries, transports ... La répartition est cependant géographiquement très inégale : l'absence dans une région de sources naturelles, comme les volcans ou le sel marin, implique localement une contribution anthropique relative beaucoup plus importante.

En Wallonie, la quantité totale de matière particulaire rejetée à l'atmosphère est estimée à 43 617 tonnes pour 1996, dont 30 575 tonnes (70 %) imputables à l'industrie, 9 206 tonnes (21 %) à l'énergie et 3 837 tonnes (9 %) aux transports.

L'opération industrielle qui génère le plus de poussières en Région wallonne est le soutirage de la fonte du haut fourneau (8 847 tonnes en 1996). Le forage des trous de prélèvement dans le bas du creuset, le soutirage de la fonte, puis le rebouchage des trous avec un matériau réfractaire libère en effet des particules, généralement de taille inférieure à 10 µm et contenant certains métaux lourds. Les opérations de soufflage de l'oxygène dans les convertisseurs (5 402 tonnes en 1996), les pertes par les portes des fours à coke (3 336 tonnes en 1996) et le chargement des hauts-fourneaux (3 228 tonnes en 1996) constituent trois autres sources importantes de poussières dans l'industrie sidérurgique.

Parmi les autres activités industrielles, il faut surtout retenir le secteur de la fabrication de la chaux, avec les opérations d'extraction, de concassage, de tamisage et de calcination de la pierre à chaux, qui ont généré 4 000 tonnes de poussières en 1996.

La figure 19 donne un aperçu de l'évolution des rejets industriels entre 1994 et 1996. La légende de la figure indique les différents secteurs impliqués, dont les 3 principaux sont, par ordre d'importance : les procédés sidérurgiques, la combustion pour la fabrication du ciment, de la chaux et de l'asphalte et la combustion en sidérurgie, produisant à eux trois plus de 91 % des poussières industrielles. Excepté la combustion en sidérurgie, les deux autres secteurs sont en nette croissance.

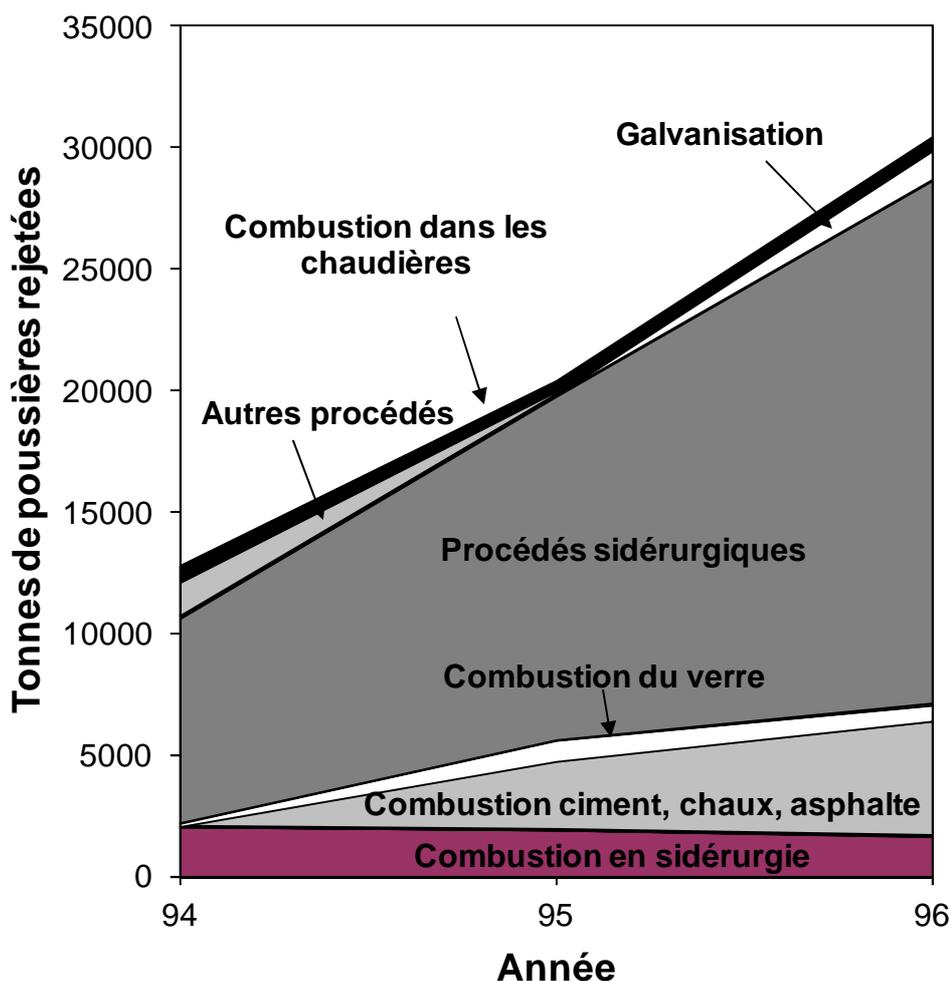


Figure 19 - Evolution des rejets de poussières par l'industrie wallonne entre 1992 et 1996.
Source – DGRNE, 1999.

A l'immission, les réseaux actuels peuvent détecter, dans certaines stations de mesure, les poussières en suspension, les fumées noires et les poussières sédimentables.

A titre indicatif, pour l'Europe, les valeurs obtenues par le prélèvement PM10 varient entre $25 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, pour les zones rurales, à près de $400 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pour les grandes villes, pour le centile 98 des valeurs journalières. La valeur guide de l'OMS est de $70 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pour cette même percentile.

Pour la Wallonie, le tableau 7 reprend les valeurs médianes des retombées de poussières sédimentables, en $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{jour}$, répertoriées par groupes de stations, pour 3 années, de 1995 à 1997. L'impact des sources locales s'identifie clairement, en particulier pour les activités sidérurgiques et les carrières. A titre de référence, la limite de concentration en particules sédimentées préconisée par la TA-Luft allemande pour "éviter une pollution importante" est de $350 \text{ mg}/\text{m}^2 \cdot \text{jour}$.

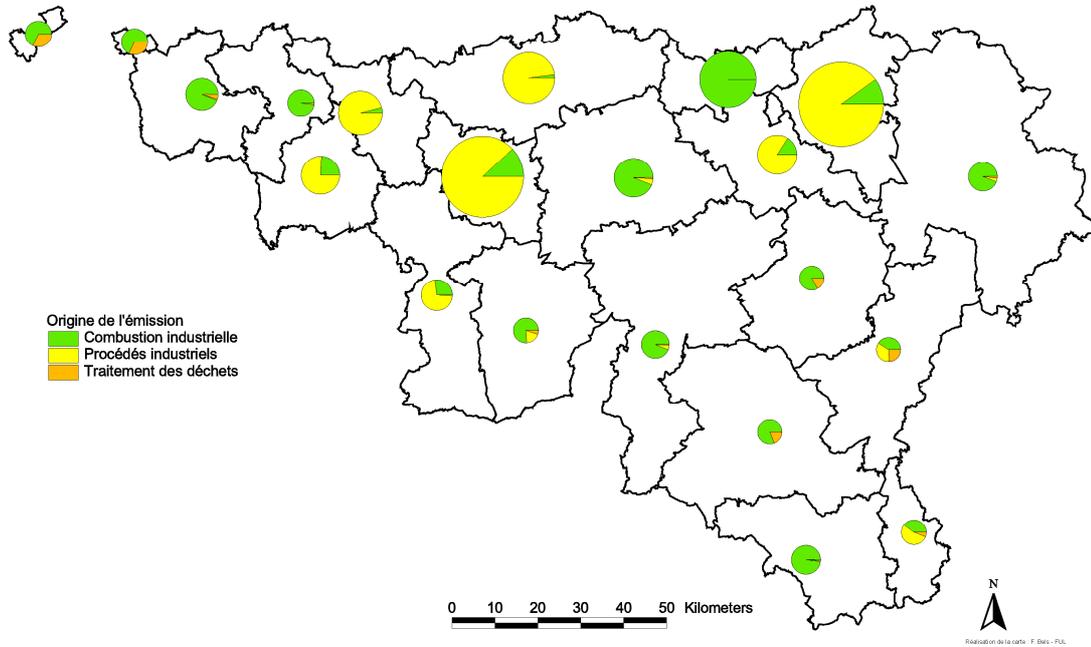
Région	Nbre de Stations	Groupe	1995	1996	1997	Sources principales	Commentaire sur les valeurs des retombées	Evolution à long terme
Mons	2	Basècles	92	87	85	Engrais, incinérateur	faibles	diminution globale
	13	Vaulx-Antoing-Gaurin	332	222	204	Carrières, cimenterie	élevées	nette diminution depuis les années 90
	2	Lessines	182	162	140	Carrières	faibles	stationnaire
	2	Ath	95	86	68	Métaux non ferreux	faibles	diminution globale
	3	Frasnes-lez-Anvaing	189	133	157	Fabrication d'engrais	faibles	diminution globale, remontée en 1997
	3	Clabecq	226	151	78	Sidérurgie	moyennes, sauf une station (635 mg/m ² .j en 1995)	nette diminution (suspension des activités en 1997)
	2	Rebecq	237	255	207	Carrière	assez élevées	diminution faible, mais valeurs inférieures au niveau de 1991
	4	Feluy-Seneffe	95	91	80	Chimie	faibles	diminution constante depuis 1984
	4	La Louvière	135	105	85	Sidérurgie	faibles	diminution globale
	7	Obourg	129	112	96	Cimenterie	faibles	diminution globale assez faible
	3	Tertre	159	115	109	Zoning industriel, centrale électrique	faibles, sauf une station (550 mg/m ² .j en 1995)	diminution globale, sauf remontée en 1996 pour une station
	2	Harmignies	203	160	149	Cimenterie	moyennes	diminution globale
	2	Cuesmes	110	91	108	Anciennement usine d'engrais	faibles	constante diminution depuis 1989
	1	Ecaussines		1304	1902	Carrières	très élevées	augmentation
	1	Soignies		110	322	Carrières	assez élevées	diminution globale, remontée en 1997
1	Le Roeulx		83	84	Ancienne cimenterie	faibles	constante diminution depuis 1990	
Charleroi	10	Charleroi	222	174	162	Sidérurgie	faibles, sauf 3 stations (jusqu'à 1270 mg/m ² .j en 1995)	assez stationnaire depuis les années 80, diminution récente
	3	Tilly	70	82	66		faibles	relativement stables (1 pic pour une période de 1996)

	5	Farciennes	113	95	91	Sidérurgie, incinérateur	faibles	légère baisse
Namur / Luxembourg	10	Namèche	333	217	255	Carrières	élevées	diminution ou augmentation selon la station
	2	Sclaigneau	137	88	85	Métaux non ferreux	faibles	diminution, puis stationnaire ces dernières années
	2	Seilles	125	92	84	Carrières	faibles	diminution constante
	2	Nivoye	80	76	71	Fonderie	faibles	tendance générale à la baisse
	2	Jemelle	266	191	200	Carrières, fours à chaux	élevées	tendance à la baisse, stable ces dernières années
	2	Durbuy			399	Carrières	élevées	
Engis	12	Engis - Les Awirs	221	198	208	Engrais, métaux non ferreux, plâtre, déchets	élevées	aucune évolution significative
	7	Saint-Georges	581	459	432	Carrières, fours à chaux	très élevées	pas d'évolution globale, diminution pour 3 stations
Liège	8	Seraing	196	210	212	Sidérurgie	moyennes, sauf 1 station (442 mg/m ² .j en 1995)	diminution jusqu'en 1986, puis stabilité
	4	Oupeye	111	108	108	Sidérurgie, Carrières, cimenteries	faibles	constante diminution depuis 10 ans
	4	Visé	165	152	138	Cimenterie, carrières, fibres de verre	faibles, sauf pour 1 station (304 mg/m ² .j en 1995)	stationnaire pour 2 stations, en baisse pour les 2 autres
	2	Battice	84	71	69	Fibres de verre	faibles	aucune évolution significative
	5	Chênée - Angleur	181	147	141	Métaux non ferreux	faibles, sauf pour une station (628 mg/m ² .j en 1996)	tendance générale à la baisse
	2	Chanxhe	364	256	360	Carrières	élevées	pas d'évolution significative, baisse pour une station

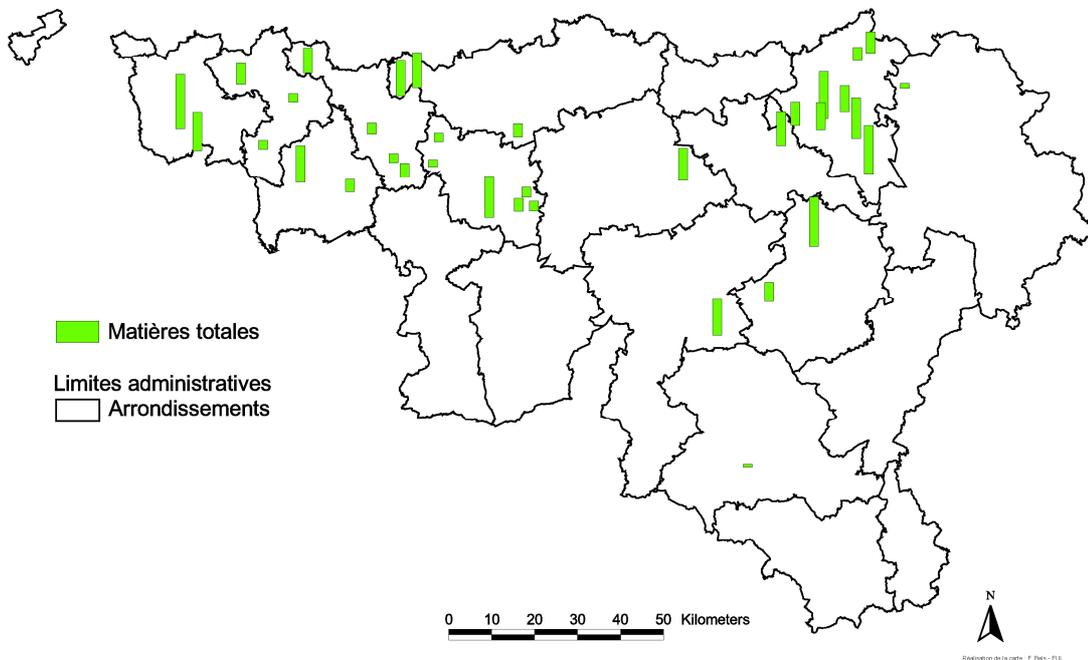
Tableau 7 – Valeurs médianes des retombées de poussières sédimentables, en mg/m².j, par groupes de stations, pour 3 années, de 1995 à 1997.
Source – .DGRNE, 1999

En carte 6 sont fournies 2 cartes de Wallonie, l'une relative aux émissions de poussières industrielles et l'autre montrant les quantités mesurées par les stations à l'immission. Toutes deux illustrent l'apport des industries sur l'axe Mons-Charleroi-Liège.

Emission de Poussières en 1996 (Tonnes/an)



Immissions de poussières en mg/m².j



Carte 6 : Emission et immission de poussières en 1996

2.1.6.4. Dioxines, furannes et composés organiques persistants

Les polychlorodibenzo-dioxines et les polychlorodibenzo-furannes communément appelés "dioxines", sont une famille composée de 210 sous-produits toxiques différents dérivant de la combustion de matériau organique, contenant du chlore, comme l'incinération de déchets. Ils peuvent aussi se former au cours de certains procédés chimiques, notamment pendant la production de certains herbicides et au cours du blanchiment au chlore de la pâte à papier.

La substance la plus connue est la 2,3,7,8 tétrachlorodibenzo-p-dioxine (TCDD) qui s'avère être particulièrement toxique parce qu'elle est persistante et bioaccumulative et donc susceptible d'induire des cancers et des troubles génétiques. Elle a été choisie comme référence pour définir l'équivalent toxique (voir encart concernant la dioxine).

En 1996, les industries wallonnes ont libéré dans l'atmosphère 95 grammes de dioxines et furannes, dont 43 g imputables à la combustion industrielle, et principalement à l'agglomération des minerais, et 52 g imputables à l'incinération de déchets.

Au moment d'écrire ce fascicule de l'Etat de l'Environnement Wallon, les données CORINAIR ne sont pas encore validées au-delà de l'année 1996. L'information sur les quantités de dioxines et de furannes générées par les incinérateurs de déchets est actuellement plus complète et est également modifiée en fonction de l'évolution récente dans le domaine (nombre et taille des incinérateurs, techniques de traitement des fumées mises en place, ...).

Ainsi, en 1998, la DGRNE a confié à l'Institut Scientifique de Service Public (ISSeP) une mission de mesure et de caractérisation des émissions atmosphériques d'incinérateurs de déchets ménagers en Région wallonne. Les concentrations en dioxines et furannes ont été mesurées dans les cheminées des incinérateurs de Thumaide (3 fours), de Charleroi (3 fours), de Liège (4 fours) et de Virginal (2 fours). Les données sont notamment disponibles sur le site Internet de la DGRNE. A titre d'exemple, les concentrations mesurées de TCDD oscillent entre 0,006 et 0,128 ng/Nm³ (DGRNE, 1999).

De manière plus générale, les composés organiques persistants (COP, ou en anglais : POP, pour Persistent Organic Pollutant), sont des composés chimiques dangereux qui résistent longtemps à la dégradation physique, chimique ou biologique. Leur persistance permet leur transport sur de longues distances par l'air ou par l'eau. Comme ils sont susceptibles d'être bioaccumulés, ils peuvent se concentrer dans les tissus vivants des espèces à un niveau élevé de la chaîne alimentaire, dont l'homme, et donc présenter des risques pour la santé.

L'inventaire CORINAIR fait référence aux 10 COPs suivants :

HAP	ou	hydrocarbures aromatiques polycycliques
DIOX	ou	dioxines et furannes
HCH	ou	hexachlorocyclohexane
PCP	ou	pentachlorophénol
HCB	ou	hexachlorobenzène
TCM	ou	tétrachlorométhane
TRI	ou	trichloroéthylène
PER	ou	tétrachloroéthylène
TCB	ou	trichlorobenzène
TCE	ou	trichloroéthane

Dans l'industrie, les HAP sont émis notamment par la combustion et les procédés sidérurgiques (part totale de l'industrie en 1996 : 30 %), les PCP et les HCB sont principalement émis par la filière électrique d'élaboration de l'acier, le TCM par la production de chlorure de vinyl et l'industrie pharmaceutique, le TRI, le PER et le TCE sont surtout utilisés et émis par les activités de dégraissage des métaux. Tandis que les quantités de TCB et de HCH émises par l'industrie sont négligeables.

Il est prématuré de tenter d'établir des bilans et des évolutions concernant ces polluants pour lesquels l'intérêt est récent.

2.1.7. Synthèse par secteur industriel

Le tableau 8 (page suivante) montre la participation des secteurs industriels aux émissions des divers polluants atmosphériques. Seuls les secteurs principalement responsables des émissions ont été retenus. Le tableau a été construit à partir des données de 1996.

La première colonne indique la part totale de l'industrie, par rapport à l'ensemble des émissions, tandis que chacune des colonnes suivantes indique la participation de chaque secteur à cette part totale industrielle. La partie droite du tableau est à interpréter avec prudence, car, d'une part, elle masque l'effet des activités non industrielles (par exemple, la part de l'industrie dans les émissions de NH₃ est négligeable par rapport à celle de l'agriculture), et, d'autre part, elle indique une quantité totale d'émissions en Région wallonne et non le caractère polluant de tel secteur spécifique par rapport à un autre.

C'est ainsi que la sidérurgie est mise en évidence, surtout parce qu'elle représente un grand volume d'activités en Wallonie. L'intérêt de cette synthèse est néanmoins de pointer les industries pour lesquelles l'effort doit être porté en matière de surveillance et de réduction des émissions atmosphériques : la sidérurgie, les industries chimiques, les cimenteries et le traitement des déchets.

Le tableau indique également certains regroupements de polluants : SO₂ et NO_x par exemple, qui s'avèrent être souvent générés simultanément par les activités industrielles.

	Pourcentage de l'industrie par rapport au total des émissions	Chaux, asphalte	Chimie	Ciment	Déchets	Métaux non ferreux	Sidérurgie	Dégraissage et Traitement de surface des métaux	Verre
Effet de serre									
CO ₂	50			++			++		
CH ₄	38				+++				
N ₂ O	33		+++						
Acidification									
SO ₂	50	++		+			+		+
NO _x	36	+		++			+		+
NH ₃	3		++		++				
Photo-oxydation									
COVNM	15		+				+	+	
Santé humaine									
CO	58						+++		
Métaux lourds	77						+++		
Poussières	70						+++		
COP's	54					+		+++	
<p>Tableau 8 – Participation des secteurs industriels aux émissions des divers polluants atmosphériques par rapport au total des émissions de l'industrie</p> <p> + : de 15 à 30 % ++ : de 30 à 60 % +++ : plus de 60 % </p>									

2.2. Eau

2.2.1. Sources et pertinence des informations

2.2.1.1. Données Région Wallonne

Le déversement des eaux usées industrielles (entreprise d'au moins 7 personnes) est soumis à une taxe depuis 1991 (voir encadré). Les données concernant la charge polluante des rejets taxés sont encodées par la Direction de la Taxe et de la Redevance de la DGRNE. Une analyse des données a été réalisée pour chacun des 13 bassins versant de la Région wallonne.

La taxe sur le déversement des eaux usées industrielles

Le décret du 30 avril 1990 institue une taxe sur le déversement des eaux usées industrielles (T1) et domestiques (T2). Le taux est de 360 BEF par unité de charge polluante. Environ 1200 entreprises de plus de 7 personnes acquittent cette taxe.

De 1991 à 1993, la charge polluante résultait de l'application d'une formule faisant intervenir les paramètres matières en suspension, demande en oxygène et azote Kjeldhal.

Depuis 1993, les paramètres pris en compte sont :

- N1 : les matières en suspension et la demande chimique en oxygène
- N2 : les métaux lourds
- N3 : les nutriments azotés et phosphorés
- N4 : les thermies

La charge polluante des eaux usées industrielles est déterminée soit selon une formule complète, soit selon une formule simplifiée.

La formule simplifiée applique un coefficient de conversion propre à chaque catégorie d'entreprise au nombre d'unité de base caractérisant l'activité de l'entreprise. Elle n'est plus appliquée que lorsque aucun élément d'appréciation de la charge polluante réelle n'est disponible et en 1996, cette façon de calculer la taxe ne constituait que 2.07 % de la charge polluante globale.

La formule complète fait intervenir les variables suivantes :

- MS, teneur moyenne en matières en suspension (mg/l)
- Q, volume moyen journalier déversé (litre)
- DCO, valeur moyenne de la demande chimique en oxygène (mg/l) mesurée sur eau ayant subi une décantation de deux heures
- d, le rapport R/225 où R = nombre de jours de déversement (si $R \geq 225$, $d=1$)
- Q1, le volume annuel d'eau usée industrielle déversé, hors eau de refroidissement
- Q2, le volume annuel d'eau de refroidissement
- Xi, la somme des concentrations en As, Cr, Cu, Ni, Pb, Ag (mg/l)
- Yi, la concentration moyenne en Zn (mg/l)
- Zi, la somme des concentrations en Cd et Hg (mg/l)
- N, la concentration moyenne en azote total (mg/l)

- P, la concentration moyenne en phosphore total (mg/l)
- δt , l'écart moyen de température entre l'eau de refroidissement déversée et l'eau de surface réceptrice (°C)
- a est un coefficient valant 0 en cas de déversement en eau de surface et 0.2 dans les autres cas

charge polluante	
$N = \frac{Q}{180} \left(a + 0.35 \frac{MS}{500} + 0.45 \frac{DCO}{525} \right) (0.4 + 0.6d)$	N1
$+ Q1 \frac{Xi + 0.2 Yi + 10 Zi}{500}$	N2
$+ Q1 \frac{(N + P)}{10000}$	N3
$+ \frac{0.2Q2\delta t}{10000}$	N4

Le terme $\frac{0.2Q2}{10000}$ n'est pas pris en compte si $Q2 \cdot \delta t < 1\,000\,000$

Les analyses physico-chimiques sont réalisées par des laboratoires indépendants agréés. Les recettes alimentent le fonds pour la protection des eaux de surface, essentiellement destiné à couvrir le coût et les frais de fonctionnement des stations d'épuration des eaux usées urbaines.

Avant 1993, la formule complète prenait en compte :

- MS, la teneur moyenne en matières en suspension
- Q, le volume moyen journalier déversé (litres)
- DBO, la valeur moyenne de la demande biochimique en oxygène (mg/l)
- DCO, la valeur moyenne de la demande chimique en oxygène (mg/l)
- Nkj, la teneur moyenne en azote kjedhal (mg/l)

(DBO, DCO, Nkj se rapportant à l'eau ayant subi une décantation de deux heures)

si $Nkj \leq 75$ mg/l

$$\text{charge polluante } N = \frac{Q}{180} \left(a + \frac{MS}{500} + 0,45 \frac{OP}{Op} \right)$$

$$\text{avec } OP = 2 \frac{DBO + DCO}{3} \text{ et } op = 315$$

(N.B. en présence de substances pouvant fausser la mesure de DBO,

$$OP = \frac{3,5}{4,5} DCO \text{ et } op = 408$$

si $Nkj > 75$ mg/l

$$\text{charge polluante } N = \frac{Q}{180} \left(a + 0,35 \frac{MS}{500} + 0,4 \frac{OT}{700,945} \right)$$

$$\text{avec } OT = DCO + 4,57 NKj$$

- coefficient a = 0 en cas de déversement en eau de surface

= 0,2 dans les autres cas

N.B. Si le nombre de jours de déversement est inférieur à 225, le nombre d'unités de charge polluante est affecté d'un coefficient de réduction $d = \frac{R}{225}$

Encart 1 Eau : la Taxe sur le déversement des eaux usées industrielles

Par ailleurs, les établissements rejetant des eaux industrielles doivent disposer d'une autorisation de déversement qui est délivrée par la Direction des eaux de surface de la DGRNE. Les entreprises comptant moins de 7 personnes et ne présentant pas de rejet d'eaux industrielles reçoivent une exemption appelée non-autorisation. Un inventaire des émissions autorisées en Région wallonne dans les bassins de la Meuse, du Rhin et de la Seine a été réalisé en 1997. Pour l'ensemble de ces trois bassins versants, au 1er juin 1997, sur 2 570 entreprises répertoriées, 1 159 ont reçu une autorisation de déversement, et 663 une exemption, les autres dossiers étant en cours de traitement (DGRNE, Direction des eaux de surface, 1997).

Depuis 1982, la Direction des eaux de surface surveille la qualité des eaux de surface. Les données à l'immission permettent d'apprécier l'impact des rejets d'eaux usées sur le milieu récepteur.

2.2.1.2. Données fédérales

La Commission Technique Mer du Nord (MNZ) où sont représentés les services fédéraux et régionaux concernés par la protection de la Mer du Nord contre la pollution d'origine tellurique dans le cadre du Traité Escaut/Meuse a réalisé un recueil présentant la synthèse d'études relatives aux émissions dans l'air et l'eau de 36 substances dangereuses énumérées à l'annexe 1A de la Déclaration finale de la Troisième Conférence Internationale sur la Protection de la mer du Nord (La Haye, 1990).

2.2.1.3. Données internationales

Une campagne d'analyses d'eau a été réalisée sur différents points de la Meuse en France, en Belgique et aux Pays-Bas en septembre 1991 et en 1994. Cet état des lieux permet une confrontation entre les éléments estimés et les éléments mesurés dans l'eau.

Enfin, les statistiques d'EUROSTAT fournissent également des données relatives aux trois secteurs : industriel, domestique et agricole. Elles concernent soit des sources fixes, pour lesquelles les points de rejet peuvent être identifiés, soit des pollutions diffuses. Celles-ci proviennent de sources, ponctuelles ou non, qui, par des phénomènes d'infiltration ou de percolation, génèrent une pollution à l'échelle de tout ou partie d'un bassin versant. La contribution de la pollution diffuse aux rejets repose sur des estimations, mais peut être relativement importante selon les paramètres choisis. Cependant, son origine est essentiellement agricole.

2.2.1.4. Choix des données

Une grande partie du travail d'estimation de la pollution a été basé sur les données fournies par la Direction des taxes. Ces données proviennent d'analyses réalisées par des laboratoires agréés directement en sortie des unités de production. Elles reflètent donc ce qui est effectivement rejeté dans les eaux. Les données issues de la taxe sont transmises par la Région wallonne au service statistique européen EUROSTAT. Dans ce fascicule, seule la taxe

sur les eaux industrielles a été considérée : celle relative aux eaux domestiques des entreprises représente environ 10 fois moins et est surtout significative du nombre d'employés et non de la production industrielle.

Les autorisations de déversement offrent une vision qualitative plus complète que les données de la taxe car elles prennent en compte davantage de paramètres, notamment en ce qui concerne les substances dangereuses. Par contre, ces données n'ont pas été choisies pour évaluer quantitativement les rejets dans l'eau, car elles fournissent des chiffres qui sont parfois très supérieurs aux données de la taxe. Elles peuvent être considérées comme un plafond des rejets potentiels dans l'eau : pour 1998, en effet, les statistiques de la Division de la Police de l'Environnement montrent que, sur les 537 contrôles effectués d'office, 5 seulement ont révélé une infraction grave .

Les autres sources d'information ont permis de mieux comprendre l'origine et le devenir des polluants.

2.2.2. Utilisation de l'eau dans l'industrie

Les industries utilisent l'eau dans leur process, pour la production d'énergie et pour le refroidissement.

La plupart des opérations nécessitent une eau peu ou pas minéralisée qui provient soit de captages souterrains soit de captages de surface peu pollués. Certaines opérations moins exigeantes telles que le refroidissement, le lavage des gaz ou le transport de certaines matières premières permettent le recyclage de l'eau.

Les circuits fermés, où l'eau est refroidie avec un fluide secondaire sans entrer en contact avec l'air, sont ainsi utilisés pour le refroidissement. Cependant les circuits semi-ouverts, où l'eau est refroidie par une évaporation partielle, sont plus nombreux. Au niveau du process, plusieurs opérations, conjointes ou non avec un refroidissement, utilisent de l'eau de recyclage : le lavage de gaz, la granulation d'engrais azotés avec solubilisation d'azote ammoniacal, le rinçage en galvanoplastie,

Dans la plupart des cas, les eaux se chargent en polluants. Elle peut également se charger au contact de l'air (poussières d'oxydes et de chaux en sidérurgie et cimenterie, composés azotés dans les usines d'engrais,....). Suivant l'importance de la pollution, un système de traitement est ajouté.

2.2.3. Prélèvements d'eaux

2.2.3.1. Origine de l'eau

En 1996, près de 3 000 millions de m³ ont été prélevés en Région wallonne.

La plus grande part des prélèvements sont effectués en eau de surface (figure 1), les prélèvements en eaux souterraines représentant 12,4 % de l'ensemble de l'eau prélevée en Région wallonne.

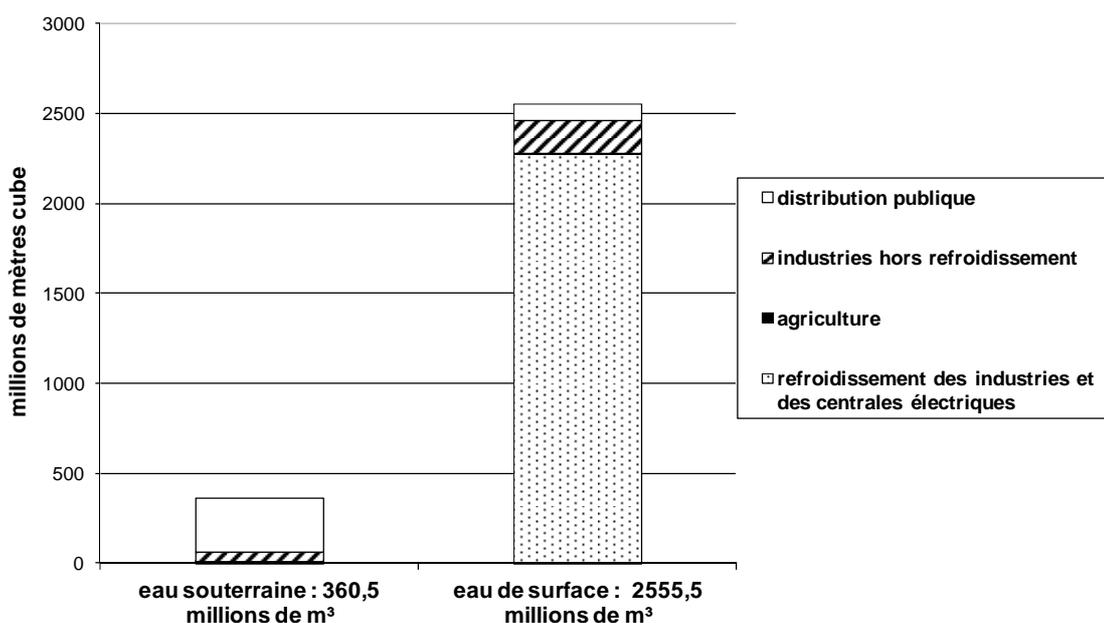


Figure 1 - Volume l'eau prélevée en Région wallonne en 1996 en fonction de son origine de prélèvement.

Source - Eurostat, 1998.

Les prélèvements sont effectués soit par les organismes publics, soit directement par les entreprises. Cette dernière part est la plus grande, elle représentait, en 1996, 2 524,60 millions de m³ soit 84 % du total de l'eau prélevée en Région wallonne. Un arrêté de la Région wallonne adopté le 20 juin 1996, fixe la formule de déclaration des volumes et des usages de l'eau prélevée. Son application permet de connaître de façon plus exhaustive les prélèvements privés de plus de 3 000 m³ par an ainsi que leur utilisation (domestique, industrielle ou refroidissement).

L'eau prélevée par les organismes publics est destinée, à concurrence de 83 %, à l'utilisation domestique, 4 % seulement est redistribuée dans l'industrie.

Les eaux prélevées par auto-approvisionnement sont destinées pour les ¾ à la production d'électricité et pour ¼ aux industries.

Les prélèvements en eaux souterraines représentent 67 % des réserves en eaux souterraines de la Wallonie qui sont évaluées à 550 millions de m³/an. C'est un pourcentage très élevé, la moyenne pour l'ensemble des pays européens de l'OCDE est de 14,2 %. Une surexploitation des nappes d'eau souterraine peut entraîner des risques d'affaissement de sols, causer un assèchement des terres, provoquer une augmentation des teneurs en polluants dans les nappes, ...

Cependant, la part utilisée pour l'industrie wallonne dans les prélèvements souterrains est relativement faible. Les prélèvements en eau souterraine sont essentiellement destinés aux usages domestiques. Environ un tiers de l'eau souterraine prélevée est en outre exporté vers les deux autres Régions belges.

Afin de limiter les prélèvements d'eau souterraine, une redevance est payée par les producteurs et les distributeurs d'eau potable (eau domestique), par les 20 entreprises productrices de boissons (1 306 607 m³ en 1995) et par les autres industries (28 215 995 m³ en 1995).

2.2.3.2. Utilisation des eaux par l'industrie

La figure 2 montre que la plus grande partie des eaux prélevées en Région wallonne, soit 80 %, est destinée au refroidissement (production d'énergie électrique et autres industries). Sont classées en eaux de refroidissement les eaux des circuits ouverts qui ne sont pas entrées en contact avec les matières à refroidir.

Bien que représentant une part importante de l'utilisation de l'eau, il faut relativiser ces chiffres en considérant qu'environ la moitié de cette eau est restituée au milieu naturel.

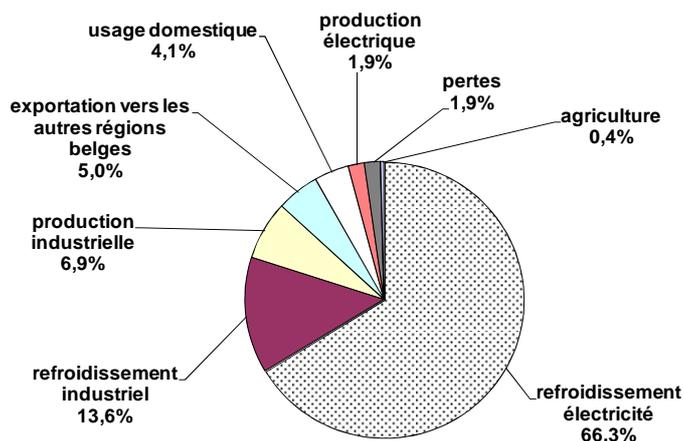


Figure 2 - Répartition de l'eau prélevée en Région wallonne en 1995 en fonction des secteurs d'activités.

Source - EUROSTAT, 1998.

L'ensemble de l'industrie manufacturière utilise 23 % de la totalité des eaux prélevées en Région wallonne, soit près de 630 millions de m³ à raison de 2/3 pour le refroidissement et 1/3 pour la production industrielle.

La métallurgie à elle seule utilise 80 % de l'eau de refroidissement industriel.

Le tableau 1 montre la répartition de la consommation d'eau de fabrication dans les différents secteurs industriels. Le secteur de la métallurgie tient la première place dans la consommation d'eau que ce soit de process ou de refroidissement.

Utilisation	Applications principales
Vaporisation	Chaudières
Echange thermique	Condensation vapeur, refroidissement fluides et solides
Lavage de gaz	Sidérurgie, incinération ordures ménagères, désulfuration de fumées
Lavage de solides	Charbon, minerai, produits agricoles
Transport de solides	Pâtes à papier, charbon, pulpes, industries agroalimentaires, pigments électrophorèse
Rinçage de surface	Traitement de surface, semi-conducteurs, microélectronique, teinturerie, industries agroalimentaires
Transport d'ions	Bains traitement de surface, fluide coupe aqueux

Extinction	Coke, laitier, granulation, fonte
Maintien de pression	Récupération secondaire
Energie cinétique	Décalaminage acier, granulation diverses (sidérurgie)
Fabrication du produit	Industries agroalimentaires (boissons)
Tableau 1 – Utilisations élémentaires de l'eau en industrie.	
Source – Degremont, 1989.	

Les eaux d'exhaure (captage de l'eau souterraine résurgente dans les mines et carrières) représentent plus de la moitié de la consommation d'eau des carrières (26 millions de m³). Ce phénomène s'observe essentiellement dans le bassin de l'Escaut. Des efforts de valorisation de cette eau par un pompage en amont des sites sont réalisés.

Entre 1994 et 1996, les prélèvements en eau de surface ont notablement diminué (18 %), principalement à cause des diminutions de consommation d'eau pour le refroidissement par les industries manufacturières et les unités de production d'électricité. Pendant cette période, les prélèvements en eaux souterraines sont restés relativement stables.

2.2.4. Rejets thermiques

L'élévation de la température des eaux naturelles peut notamment provoquer la prolifération de certains micro-organismes ou une aggravation des autres pollutions due à la diminution du taux d'oxygène. L'impact sur l'écosystème peut avoir des conséquences importantes pouvant aller jusqu'à la disparition de la faune aquatique.

En 1995, 485,2 millions de mètres cube d'eau ont été consommés pour le refroidissement industriel.

La figure 3 montre la répartition des taxes payées pour les processus de refroidissement selon les principaux secteurs industriels concernés. Les industries manufacturières ne représentent que 21 % des taxes perçues pour les rejets thermiques, la plus grande part étant payée par les centrales électriques.

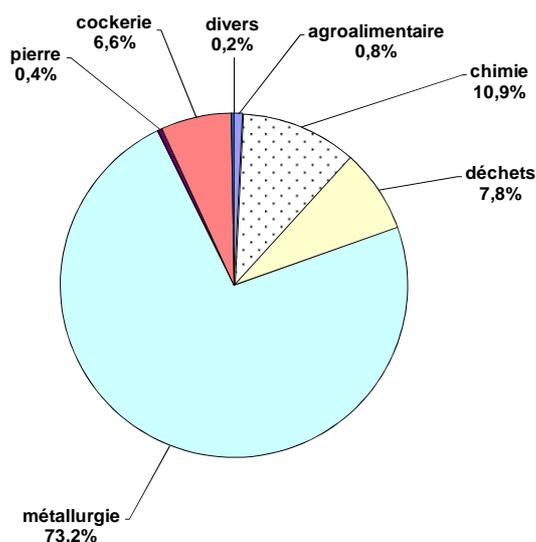


Figure 3 - Répartition suivant les industries du paiement de la taxe concernant le réchauffement des eaux (hors centrales électriques).

Source - Direction de la taxe et de la redevance, 1995.

De 1994 à 1996, le volume d'eau consommée pour le refroidissement industriel (hors centrales électriques) est passé de 484,9 à 421,3 millions de m³, soit une réduction de 13 %.

2.2.5. Rejets de matières organiques et de matières en suspension

2.2.5.1 Pollution organique

La Demande Chimique en Oxygène (DCO), exprimée en mg d'oxygène par litre, représente la quantité d'oxygène consommée par les matières chimiquement oxydables contenues dans l'effluent. Cette mesure est représentative des composés organiques présents dans l'effluent mais aussi des composés minéraux oxydables (sulfures, chlorures).

La Demande Biologique en Oxygène (DBO) n'est plus prise en compte par la Région wallonne pour le calcul de la taxe depuis 1994, en raison de la difficulté d'assurer la reproductibilité de la mesure. Pour les statistiques fournies à Eurostat, elle est donc estimée à partir de la DCO en utilisant un coefficient variable selon les secteurs industriels.

Les industries manufacturières représentent 25,5 % de l'ensemble des rejets présentant une DCO significative, les rejets domestiques étant la source la plus importante.

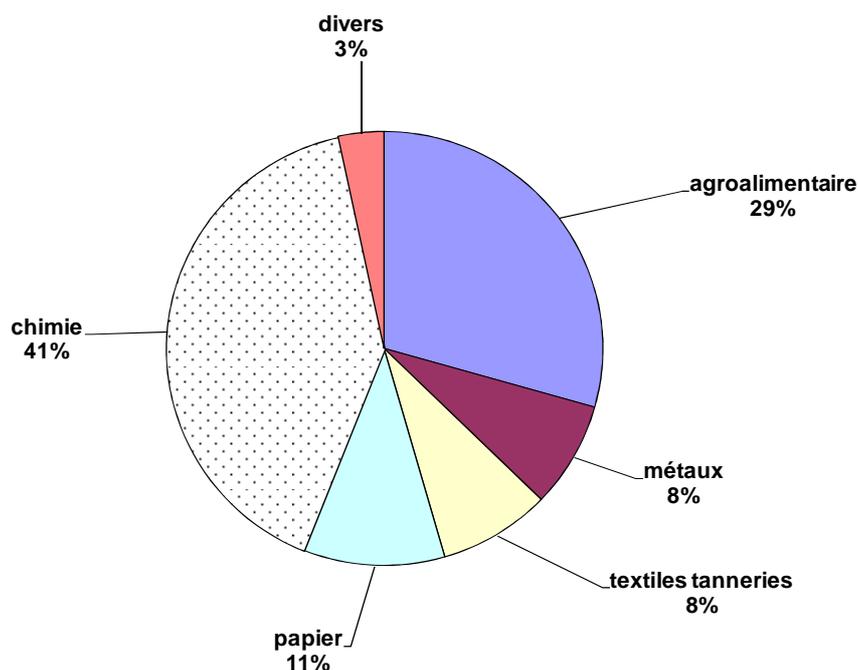


Figure 4 - Répartition, en 1995, suivant les principaux secteurs industriels, des rejets présentant une DCO.

Source - EUROSTAT, 1998.

A l'immission, la charge polluante révélée par la DCO étant également largement présente dans les rejets d'origine domestique, la responsabilité d'un secteur industriel particulier est difficile à mettre en évidence.

En raison des changements des méthodes de mesure, peu de chiffres précis sont disponibles quant à l'évolution des rejets en matières organiques. Cependant, la taxe perçue montre une diminution de la pollution (par rapport aux critères DCO, MES, volume et azote).

2.2.5.2. Rejet de matières en suspension

Les matières en suspension (MES) troublent l'eau, ce qui provoque une baisse de l'activité de photosynthèse et affectent la vie animale et végétale.

De nombreux polluants s'adsorbent sur ces matières en suspension : c'est le cas notamment de certains métaux lourds (plomb, cadmium) et de nombreux polluants organiques. Ainsi, théoriquement, la concentration en MES est co-déterminante des mesures des concentrations des autres substances.

La figure 5 montre que le secteur des métaux contribue de façon importante dans les rejets de matières en suspension.

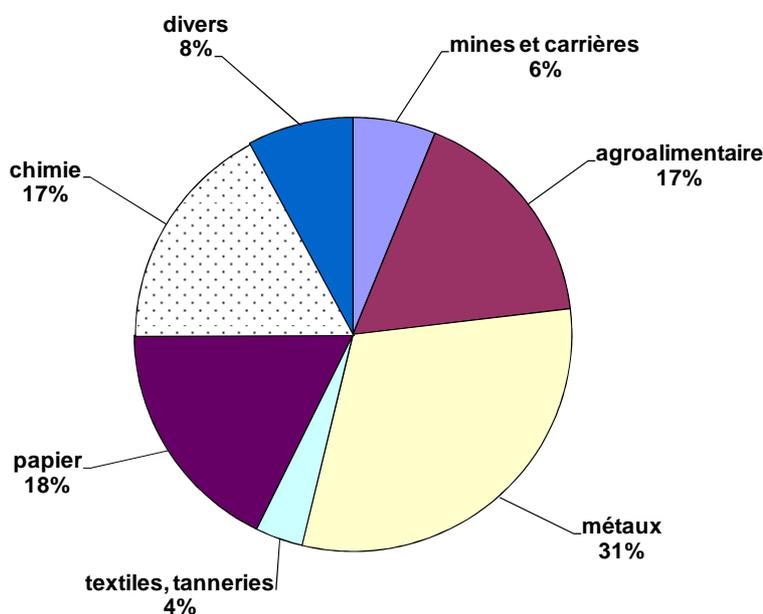


Figure 5 - Principales industries contribuant aux rejets de matières en suspension en 1995.
Source - EUROSTAT, 1998.

Les quantités de matières en suspension rejetées dans le réseau hydrographique wallon ont diminué dans tous les secteurs industriels pour passer de 58 tonnes par jour en 1992 à 34 tonnes par jour en 1996 soit une baisse de 40 %.

2.2.5.3. Rejets de matières eutrophisantes

Les nitrates et les phosphates, présents naturellement dans l'eau, sont indispensables au cycle de la vie aquatique. Cependant, les activités humaines rejettent ces composés en grandes quantités provoquant un déséquilibre de l'écosystème naturel.

Pour l'année 1996, la part de l'industrie manufacturière dans les rejets, toutes sources confondues, est de 8,3 % pour les rejets d'azote total (7,7 t/jour) et de 8,7 % pour les rejets de phosphore total (1,1 t/jour).

Les industries susceptibles de produire ces types de rejets sont celles liées à l'agro-alimentaire (abattoir, sucrerie, malterie, brasserie...) et les tanneries. Cependant les figures 6 et 7 montrent la part importante prise par les secteurs de la chimie et des métaux en Wallonie, respectivement pour les rejets en phosphore et pour les rejets en azote.

Certains élevages importants voient leurs eaux classées en eaux usées industrielles. Elles représentent moins de 2 % des rejets d'origine agricole taxés en 1995 soit 119 unités de charge polluante, ce qui est négligeable par rapport aux industries manufacturières. Ces rejets provenant des élevages sont principalement chargés en azote et en phosphore. ils sont en diminution importante depuis 1993 (-70 %).

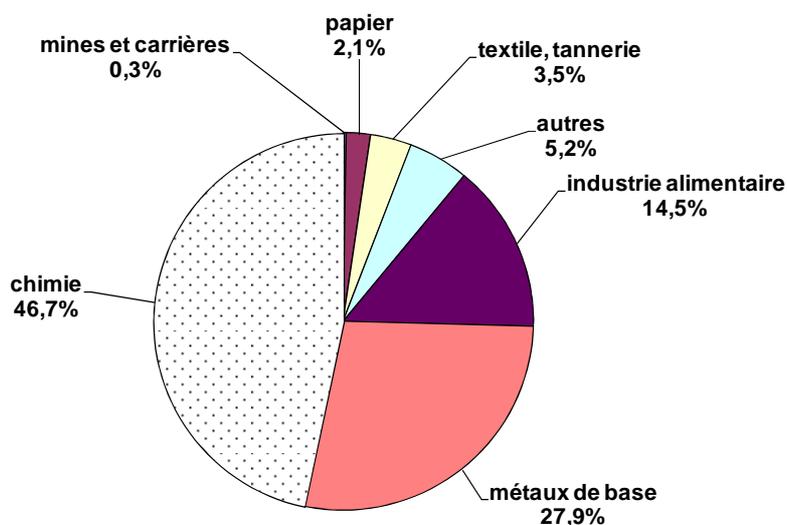


Figure 6 - Répartition des rejets d'azote total en 1996 selon les secteurs industriels.
Source – EUROSTAT, 1998.

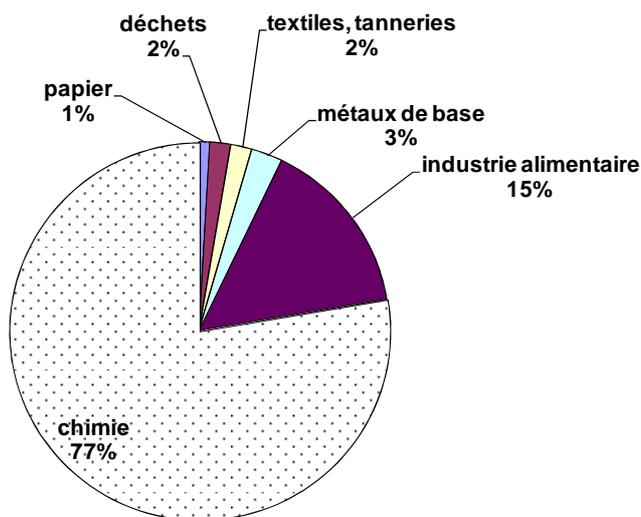


Figure 7- Répartition des rejets de phosphore en 1996 selon les secteurs industriels.
Source - EUROSTAT, 1998.

Plusieurs phénomènes peuvent être à l'origine de cette importante contribution du secteur de la chimie dans les rejets de matières eutrophisantes. D'une part, certaines industries chimiques telles que la production d'engrais, d'ammoniac ou d'acide phosphorique ou l'industrie pharmaceutique utilisent les éléments organiques azotés et phosphorés. Ainsi, de l'acide phosphorique se retrouve dans les eaux de lavages des gaz lors de la production de superphosphates et d'acide phosphorique (H_3PO_4). D'autre part, des eaux des circuits de refroidissement ou de chaudières ayant subi un traitement aux phosphates pour éviter la corrosion peuvent aussi être rejetées.

En sidérurgie, de l'eau ammoniaquée est utilisée dans les circuits de refroidissement pour le traitement des gaz. Bien que ces opérations se réalisent en circuit fermé, des fuites constantes nécessitent l'injection d'eau d'appoint.

Dans l'industrie des métaux, les matières organiques peuvent provenir de l'eau d'appoint (eau rajoutée dans les circuits fermés ou semi-ouverts).

Dans le secteur de la papeterie, un procédé de blanchiment à base d'eau ammoniaquée peut être à l'origine de rejets chargés en matières eutrophisantes.

A l'immission, des problèmes sont constatés sur la Sambre, où la pollution par l'azote s'est aggravée en 1994. Les activités de l'industrie sidérurgique à chaud et des cokeries représentent respectivement 80,6 % et 11,1 % du total d'azote ammoniacal déversé dans les eaux de la Sambre (Division de l'eau, 1996).

Comme l'indique la figure 8, en deux ans, la quantité d'azote rejetée a diminué de 25 %. Ces baisses concernent l'ensemble des secteurs industriels. La quantité de phosphore rejetée est par contre en augmentation en 1996 de 10 % par rapport à 1994, cette hausse concerne le secteur de l'industrie chimique dont les rejets par jour passent de 0,48 tonne en 1995 à 0,87 tonne en 1996. Cependant, ces variations en teneur de phosphore sont principalement conditionnés par les rejets d'une seule entreprise produisant des engrais phosphorés et qui apporte la principale contribution en rejets de phosphore.

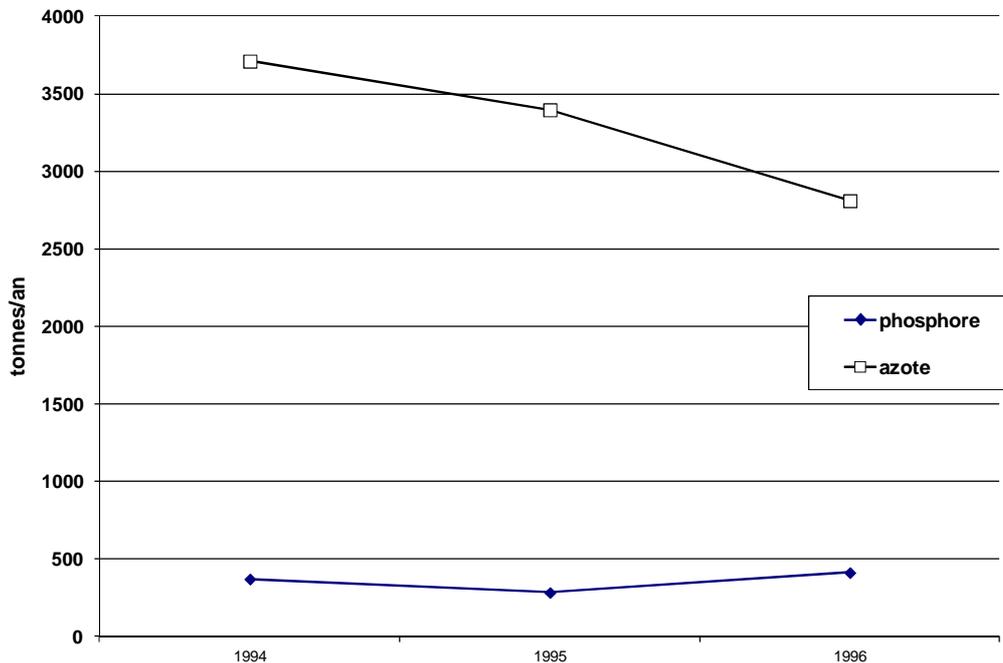


Figure 8 - Evolution de 1994 à 1996 des rejets de phosphore et d'azote par les industries manufacturières.

Source - EUROSTAT, 1998.

Ces chiffres confirment l'évolution à la baisse pour l'ensemble de la Belgique : réduction de 38 % de l'azote et du phosphore rejetés par l'industrie entre 1985 et 1995 (OCDE, 1998).

2.2.6. Rejet de substances dangereuses

Le terme "substances dangereuses" regroupe un ensemble de substances d'origines diverses mais qui ont en commun d'être nocives pour l'homme et l'environnement en raison de leur caractère persistant, mutagène ou carcinogène mis en évidence par des études toxicologiques.

Pour améliorer la qualité des eaux de surface et surtout limiter la dispersion dans l'environnement des substances dites dangereuses, l'autorité publique wallonne a transposé la directive européenne 76/464. Celle-ci établit deux listes de substances dont les états membres doivent soit supprimer le rejet (liste I ou liste noire), soit le réduire (liste II ou liste grise).

2.2.6.1. Les métaux lourds

Les activités humaines ont favorisé la libération de métaux lourds dans l'environnement par l'utilisation de substances minérales où les métaux lourds sont naturellement présents. Contrairement à la plupart des autres polluants, les métaux lourds ne sont pas éliminés des écosystèmes aquatiques par des processus naturels.

Répartition suivant les différents secteurs

La part prise par les principaux secteurs (agriculture, domestique, et industrie) est variable suivant les métaux lourds. Les données concernant les secteurs agricole et domestique sont peu fiables. Ainsi, à l'échelle européenne (Eurostat, 1998) ces données sont manquantes. Cependant des estimations d'émission ont été réalisées dans le cadre de l'étude flux vers la Mer du Nord (MNZ, 1995).

Ainsi, on constate que si le cadmium et le mercure sont rejetés principalement par les industries, le cuivre, le zinc, le plomb, l'arsenic, le nickel et le chrome sont aussi rejetés par les secteurs domestique et agricole.

A titre d'exemple, la figure 9 présente la répartition selon les différents secteurs des rejets des 59 tonnes/an de cuivre (pronostic 1995).

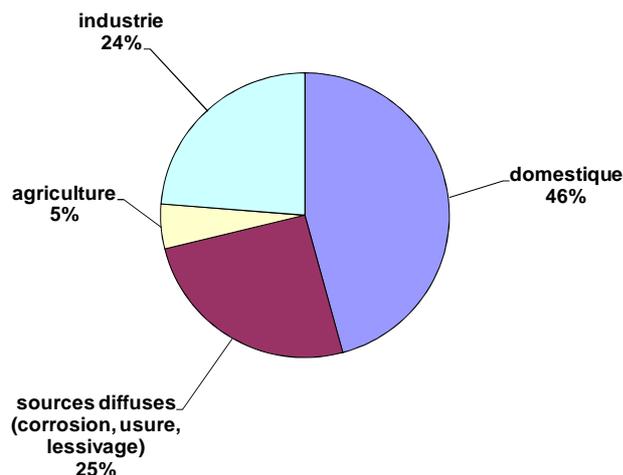


Figure 9 - Répartition des rejets en cuivre suivant les différents secteurs (estimation pour 1995).

Source : MNZ, 1995.

La part des sources diffuses peut être relativement importante pour certains de ces métaux. Ainsi, pour le zinc, les principales sources de pollution diffuse sont la corrosion des matériaux de construction en zinc, l'usure des pneus de voiture et le lessivage des dépôts atmosphériques. En 1995, les émissions diffuses représentent, en Région wallonne, 50 % du total de zinc rejeté dans l'eau.

Cette pollution diffuse du zinc est en diminution (réduction estimée à 18 % pour l'ensemble de la Belgique et pour la Wallonie de 1985 à 1995) en raison notamment de la baisse de la teneur en SO_2 dans l'atmosphère, qui entraîne une diminution de la vitesse de corrosion des matériaux de construction en zinc et zingués (MNZ, 1995).

Pour l'industrie, les métaux pris en compte dans le calcul de la taxe de rejet industriel sont l'argent, l'arsenic, le cadmium, le cuivre, le chrome, le mercure, le nickel, le plomb et le zinc.

Les rejets pour l'ensemble de ces métaux pour l'année 1995 en Wallonie représentent 314 kg par jour. La part du zinc dans ces rejets est de 74,5 %.

Cependant, il faut tenir compte du fait que de petites unités, non soumises au paiement de la taxe, sont susceptibles de produire des quantités significatives de métaux lourds.

Les métaux lourds dans l'industrie sont soit présents dans les matières premières (charbon, minerai,...), soit ajoutés lors du processus pour leurs propriétés (par exemple, le chrome pour le tannage ou le zinc comme agent anti-corrosion).

La figure 10 montre la quantité de chaque métal émis par jour, ainsi que les principaux secteurs de rejets.

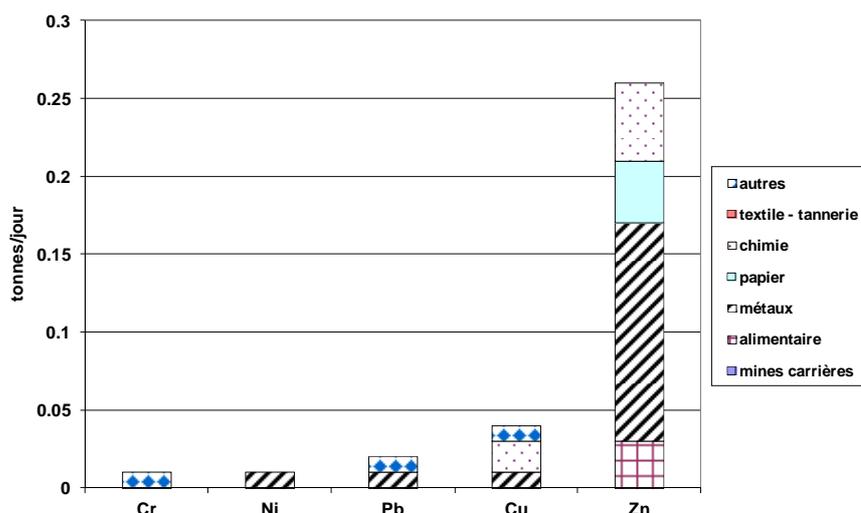


Figure 10 - Part des différentes industries dans les émissions de métaux lourds dans l'eau en 1996.

Source - EUROSTAT, 1998.

Les industries rejetant des métaux lourds dans l'eau appartiennent aux secteurs de la sidérurgie, de la production et la transformation des métaux non ferreux, de la chimie (notamment production des engrais et d'hydrocarbures chlorés), de la production de papier et carton et des industries verrières.

Production et évolution par métal

Les normes à l'immission dans les eaux de surface du réseau hydrographique (AR du 21.11.87) varient en fonction de la toxicité du métal considéré. Ainsi, le tableau 2 montre que le zinc, rejeté en grande quantité par les industries, est le métal qui présente la plus faible toxicité et est donc soumis à la norme la moins sévère.

En milliers de m ³	Fonctionnement	Refroidissement
métallurgie	95,4	383,5
chimie	44,5	33,1
pierre	35,5	8,4
papier et carton	32,8	0,07
déchets	1,2	28
cokerie	0,5	26,2
agroalimentaire	10,8	2,7
divers	4,1	2,9
verre	5,3	0,1
textile	2,5	0,2
tannerie	0,3	0
total	232,9	485,17

Tableau 2 - Utilisation de l'eau dans les différents secteurs de l'industrie en 1995.

Source - Direction de la taxe et de la redevance, 1997.

Zinc

Les sels de zinc sont utilisés en grande quantité dans les bains décapants et de chromage. En effet, le zinc est notamment utilisé pour galvaniser d'autres métaux pour éviter la corrosion, mais aussi pour la fabrication des batteries.

Des problèmes de non-respect de la norme (moins d'un quart des années conformes à la norme de qualité de base) ont été mis en évidence à deux endroits : dans l'Hoyoux et dans la Dendre. Dans le premier cas, les industries de mécanique, de transformation à froid et de traitement de surface des métaux ont été identifiées comme étant les sources de ces écarts par rapport à la norme à l'immission. Les sels solubles tels que les chlorures ou sulfates de zinc sont plus difficiles à extraire de l'eau que les sels insolubles (oxydes carbonates, sulfures, oxydes) (BREMONT ET AL.).

La sidérurgie est aussi grande consommatrice de zinc. Cependant, ce secteur, entre 1985 et 1995, a réduit de 52 % ses émissions de zinc (avant épuration) en Wallonie (60 % pour la Belgique) (MNZ, 1995).

Cuivre

Après le zinc, le cuivre est le métal le plus rejeté par les industries. Le cuivre métallique est notamment utilisé dans tous les domaines de l'électricité. Les sels de cuivre sont utilisés dans d'autres industries telles que textile, tannerie, fabrication d'insecticides et d'engrais.

Plomb

Les plus importants rejets de plomb proviennent de la sidérurgie, les industries de la mécanique, de transformation à froid et de traitement de surface des métaux, et dans une moindre mesure la production de métaux non-ferreux, l'industrie verrière (colorants), et la fabrication d'engrais. Concernant la sidérurgie, entre 1985 et 1995, la réduction des émissions de plomb (avant épuration dans l'entreprise) est estimée à 40 % (contre 54 % pour l'ensemble de la Belgique) (MNZ, 1995).

Nickel

La sidérurgie, le traitement de surface des métaux et la production de phosphate apportent les principales contributions aux rejets de nickel. Les rejets de ces trois secteurs sont en diminution depuis 1985. L'industrie du bois peut aussi être une source de nickel non négligeable dans certaines parties de la région wallonne.

Chrome

Le chrome rejeté en Région wallonne provient en grande partie des industries mécaniques, de transformation à froid et de traitement de surface des métaux. Il est également souvent présent dans les eaux de refroidissement comme inhibiteur de corrosion.

Le chrome constitue un agent mordant pour la teinture, la céramique, le verre ou la photographie. En 1995, les tanneries au chrome représentaient la principale source d'émission de chrome dans l'eau. La production de cuir a diminué de 30 % depuis 1990. Les émissions dans ce secteur ont pu être réduites de 90 % par augmentation de l'efficacité du bain (MNZ, 1995). Le chrome peut également être généré par l'industrie du bois dans certaines parties de la Région wallonne.

Les métaux tels que zinc, titane, plomb, et chrome se retrouvent, par exemple, dans les pigments pour la fabrication des peintures.

Arsenic

Les rejets d'arsenic proviennent principalement du secteur de la fabrication d'engrais et de pesticides. Les émissions dans ce secteur diminuent en raison de l'importation de matières premières à moindre teneur en arsenic et de la réduction de la consommation de phosphates dans les engrais et les détergents.

Mercur

Les amalgames des dentistes constituent une source plus importante que les rejets industriels. Cependant l'installation de séparateurs d'amalgame est rendue obligatoire depuis le 1er janvier 1997.

Les industries des chlorures alcalins et des métaux non-ferreux présentent les rejets de mercure les plus importants du secteur industriel. Dans ce dernier secteur, le taux de récupération a augmenté entre 1985 et 1995, ce qui s'est traduit par une diminution des déversements de résidus (MNZ, 1995).

Cadmium

Des problèmes ponctuels ont été mis en évidence dans la Vesdre, la Sambre, la Dendre, et l'Espierre. Les industries sidérurgiques à chaud, l'industrie de l'ennoblissement du textile, ainsi que l'industrie de transformation à froid et de traitement de surface des métaux sont à l'origine de ces rejets (Division de l'eau, 1996).

L'industrie de production des phosphates est la principale source d'émissions de cadmium, elle a cependant fortement réduit ses rejets grâce à des modifications de processus de fabrication mais aussi à cause de la fermeture de sites.

Les autorisations de déversement reprennent le rejet dans les eaux de surface d'autres métaux repris dans la liste II de la Directive 76/464/CEE. La liste de tous les métaux répertoriés dans les autorisations de déversement ainsi que les principaux secteurs de l'industrie wallonne responsables de leurs rejets sont présentés dans le tableau 3.

Mercur mg/l Hg	Cadmium mg/l Cd	Arsenic mg/l As	Nickel mg/l Ni	Plomb mg/l Pb	Chrome mg/l Cr	Cuivre mg/l Cu	Zinc mg/l Zn
0,0005	0,001	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,3

Tableau 3 - Normes de qualité de base des eaux de surface pour les principaux métaux lourds
Source - *Division de l'eau, 1996.*

Evolution globale

Les données concernant les émissions de métaux lourds ne sont fiables que depuis 1994. Les valeurs estimées en 1985 et 1992 montrent une baisse importante de la quantité des métaux lourds émis, sans qu'il soit réellement possible de quantifier cette tendance. Des efforts sont réalisés par les industries pour extraire les métaux lourds de l'eau, notamment par précipitations. Une nouvelle voie pour réduire l'apport des métaux lourds dans l'eau est celle du recyclage des produits manufacturés qui est réalisé aussi en collaboration avec les industriels.

Comme le montre la figure 11, une légère diminution est constatée en 1995 par rapport à l'année précédente mais qui n'est pas confirmée en 1996. Ces variations sont dues aux variations de production des quelques grosses entreprises responsables des rejets en métaux lourds. D'autre part, des eaux considérées comme eaux de refroidissement ont vu leur classement révisé en eaux industrielles. Ce changement a augmenté la part de métaux lourds considérées dans les rejets.

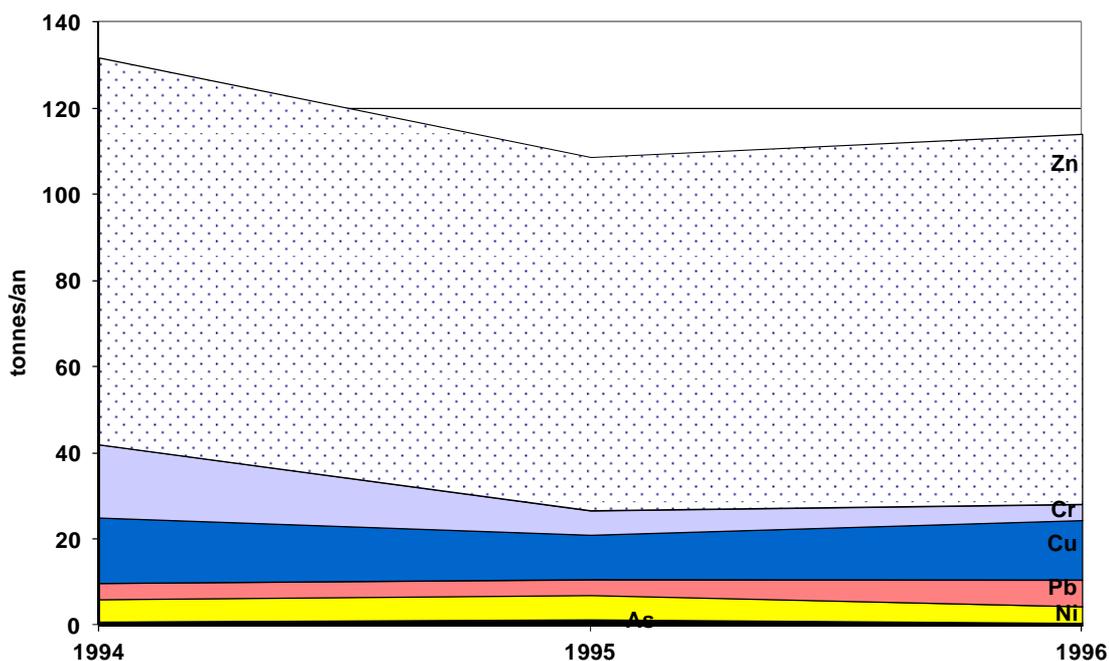


Figure 11 - Evolution des rejets d'origine industrielle de l'ensemble des métaux lourds soumis à taxation en 1994, 1995 et 1996 en Région wallonne.

Source - Direction de la taxe et de la redevance, 1999.

2.2.6.2. Autres substances dangereuses

Des substances dangereuses autres que les métaux font l'objet d'autorisations de déversement par les industries. Le tableau 4 en donne la liste telle que fournie par la Direction des eaux de surface. La plupart de ces composés font partie de la liste I.

Substances dangereuses	Secteurs industriels apportant les contributions principales
1,2-dichloroéthane	Production d'hydrocarbures chlorés
benzène	Industrie de l'ennoblissement du textile, Fabrication des peroxydes, Industrie chimique
benzo-a-pyrène	Cokerie
chloroforme	Production d'hydrocarbures chlorés, Centrale de production d'électricité
éthylbenzène	Industrie de l'ennoblissement du textile
pentachlorophénol	Industrie du papier
perchloroéthylène	Blanchisserie
pesticides organochlorés	Industrie de l'ennoblissement du textile, Dépôts de déchets
pesticides organophosphorés	Industrie de l'ennoblissement du textile
hydrocarbures aromatiques polycycliques	Sidérurgie à chaud, Cokerie, Dépôts de déchets
tétrachloroéthylène	Industrie de l'ennoblissement du textile, Entreprise de recyclage et de traitement des déchets
tétrachlorure de carbone	Production d'hydrocarbures chlorés, Entreprise de recyclage et de traitement des déchets

toluène	Industrie de l'ennoblissement du textile, Pétrochimie, Industrie pharmaceutique
trichloroéthylène	Industrie de l'ennoblissement du textile, Entreprise de recyclage et de traitement des déchets
2,4,6-trichlorophénol	Industrie chimique

Tableau 4 - Inventaire des substances dangereuses faisant l'objet d'une autorisation de déversement.
Source - SESAME, 1999.

2.2.7. Epuration des eaux usées

Le nombre et les caractéristiques des stations d'épuration industrielles ne sont pas actuellement publiés. La plupart des entreprises possèdent un bassin de pré-traitement (désuilage, bassin de décantation), mais les stations d'épuration complètes sont moins nombreuses. La plupart des rejets se font directement en eau de surface, une plus petite part est collectée dans les égouts, dont seulement une partie sera épurée dans les stations d'épuration municipales.

La totalité des eaux de refroidissement est rejetée directement dans les eaux de surface.

Une grande part des rejets chargés de matières organiques n'est pas épurée. De plus, l'épuration n'est pas totale : l'abattement par les stations d'épuration est de 80 % pour les charges polluantes hors phosphore et azote. L'épuration du phosphore et de l'azote dépend de l'équipement des stations d'épuration.

La figure 12 montre que la part des eaux chargées de polluants épurées en stations d'épuration varie entre 5 et 31 %.

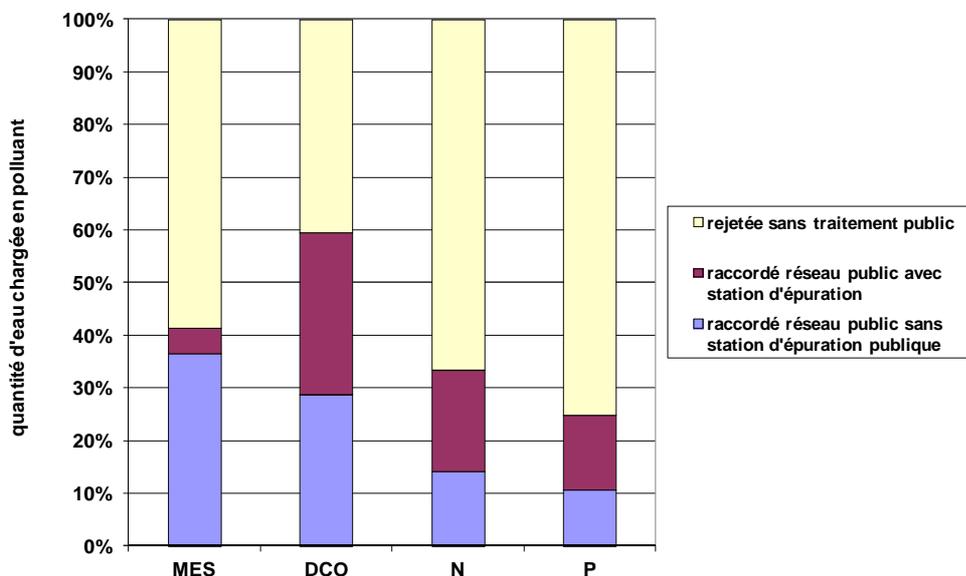


Figure 12 - Epuration des eaux usées industrielles chargées en MES (matières en suspension), en matières organiques chimiquement oxydables (DCO : demande chimique en oxygène), en azote total (N) et en phosphore (P). Données 1996, toutes industries confondues.

Source - EUROSTAT, 1998.

En 1995, 6 % des eaux usées industrielles chargées en métaux lourds transitaient par une station d'épuration municipale. Une trop grande concentration en métaux lourds rend difficile la valorisation et le traitement des boues.

Les métaux lourds ne sont pas épurés dans les stations d'épuration. Il est donc nécessaire d'éviter au maximum que les eaux chargées en métaux lourds ne se mélangent aux eaux chargées d'autres polluants.

Entre 1995 et 1996, la part des charges industrielles envoyées dans les stations d'épuration municipales a diminué pour les matières organiques, l'azote et le phosphore, mais ont augmenté pour les matières en suspension.

2.2.8. Répartition des charges par bassin versant

Les rejets industriels ne sont pas uniformément répartis dans l'ensemble de la Région. La figure 13 montre que les bassins de la Basse Meuse, de la Haine, de la Sambre et de l'Escaut reçoivent les rejets les plus importants.

Les charges de thermies sont principalement rejetées dans le bassin de la Haute Meuse et dans une moindre mesure dans celui de la Sambre. On peut relier ces rejets avec la position géographique des centrales électriques.

La Haine est le bassin qui reçoit la plus grande quantité de charge organique et minérale.

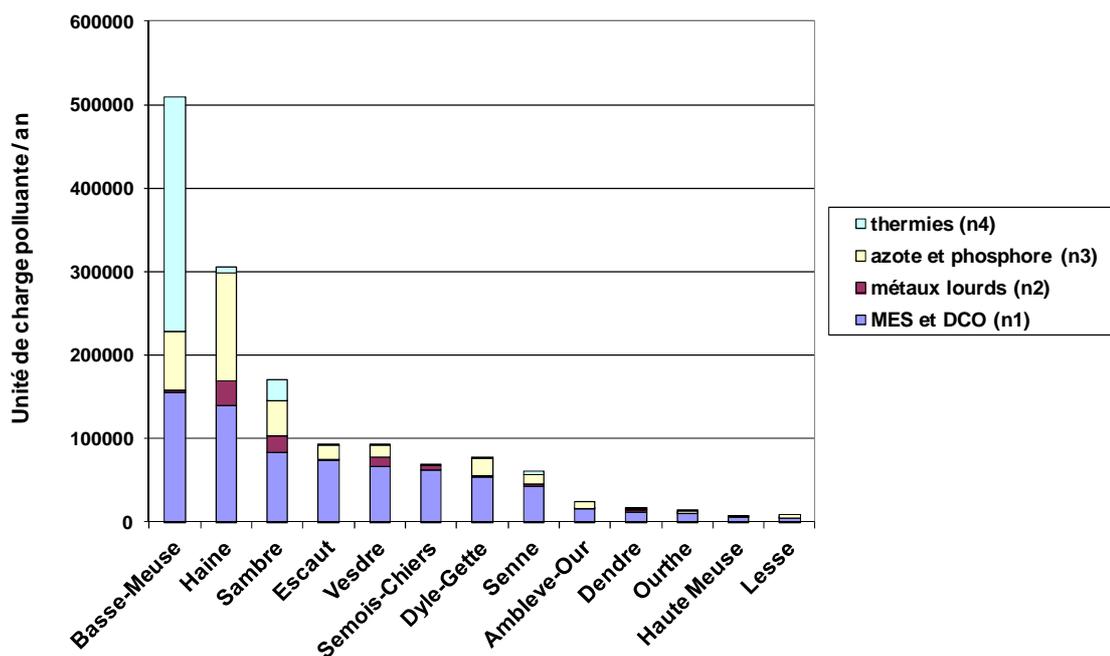


Figure 13 - Quantité de rejets industriels taxés classés par bassin versant en 1996.

Source - Direction taxe et redevance, 1999.

Les chiffres fournis sont des quantités totales de charge polluante : les impacts sont plus importants si le débit du milieu récepteur est faible. La surface du bassin versant est une bonne indication de la quantité d'eau présente dans le bassin. La figure 14 montre, en fonction des quatre catégories principales de rejets (voir encadré 1 pour la définition de n_1 , n_2 , n_3 et n_4) la charge supportée par km^2 des deux bassins versants principaux de Wallonie : le bassin de la Meuse et celui de l'Escaut.

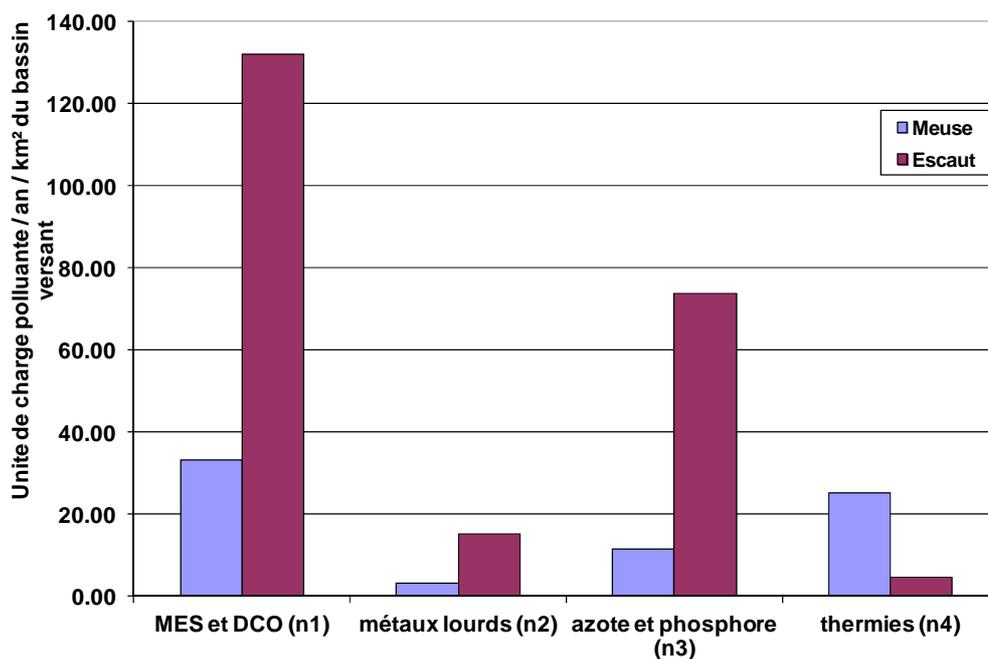


Figure 14 - Rejets industriels dans les deux principaux bassins versants par unité de surface de chaque bassin versant.

Source - Direction taxe et redevance, 1999.

Le bassin de l'Escaut reçoit le plus de charge polluante, organique et minérale par unité de surface. Par contre les rejets de thermies sont plus importants dans le bassin de la Meuse (la Basse Meuse et la Sambre), le bassin de la Haine et la partie aval de l'Escaut.

2.2.9. Synthèse

Le tableau 5 fait la synthèse des données présentées dans les paragraphes précédents et montre pour chaque polluant, les secteurs industriels présentant les contributions les plus importantes.

	Prélèvement d'eau	Thermies	Demande Chimique en Oxygène	Matières en suspension	Phosphore	Azote	Métaux lourds
Part industrielle des rejets en Région Wallonne	23,0 %	21,0 %	25,5 %	15,2 %	8,7 %	8,3 %	inconnue
Chimie	+		++		+++	++	
Métallurgie	++	+++					
Travail des				++		+	++

métaux							
Agro-alimentaire			+	+	+	+	
Pierre	+						
Papier/carton	+						

Tableau 5 - Secteurs industriels responsables des principaux rejets (reprendre tous les tableaux par thèmes).

+ : secteur représentant de 15 à 30 % des rejets industriels pour le polluant considéré,
++ : secteur représentant de 30 à 60 % des rejets industriels pour le polluant considéré,
+++ : secteur représentant plus de 60 % des rejets industriels pour le polluant considéré

Ce tableau montre la part importante de l'industrie chimique dans la pollution organique. Le secteur du travail des métaux contribue principalement aux rejets des métaux lourds et des matières en suspension. Ces deux paramètres sont souvent liés, les matières en suspension pouvant adsorber des métaux lourds. La métallurgie est caractérisée par l'importance du prélèvement d'eau et des rejets thermiques qui traduisent la place prise dans ce secteur par le refroidissement. Le secteur de la pierre est aussi concerné par d'importants déplacements des eaux d'exhaure dans les carrières. Le secteur papier/carton consomme aussi beaucoup d'eau en raison du procédé même de fabrication.

La mise en place de nouveau mécanisme de taxation des rejets industriels en 1993 (voir encadré) a permis l'établissement de bilans plus exhaustifs, qui ne sont cependant pas toujours comparables avec les données antérieures. L'ensemble des informations montre globalement une réduction des rejets.

Les données sont extraites de différentes sources : les rejets autorisés, les rejets taxés et l'état des rivières.

Aucune information n'est disponible sur la synergie des polluants. Des indicateurs tels que la DCO ou les MES, regroupant des polluants très différents, sont employés sans que la qualification des polluants ne soit précisée. De plus, les moyens d'épuration de chaque établissement industriel ne sont pas recensés.

2.3. Déchets

Définition du déchet

Approche réglementaire

Pour le législateur, il s'agit de réglementer le traitement des déchets en en interdisant le rejet dans l'environnement ou la revente en vue d'échapper aux obligations légales.

Selon la directive européenne 91/156, transposée en droit wallon par l'Arrêté du 27 juin 1996, un déchet est "toute substance ou tout objet qui relèvent des catégories en annexe I (de la directive) dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire".

Il s'agit donc d'une définition assez restrictive, puisqu'une matière abandonnée ne figurant pas à l'annexe I ne constitue pas un déchet.

Cependant, les 16 catégories reprises par cette annexe sont définies de manière suffisamment générale pour englober la plupart des matières susceptibles d'être abandonnées.

En ce qui concerne l'industrie, on y retrouve plus particulièrement :

- les résidus de procédés industriels (par exemple, scories, culots de distillation, etc. ...),
- les résidus de procédés antipollution (par exemple, boues de lavage de gaz, poussières de filtres à air, filtres usés, etc. ...)
- les résidus d'usinage/façonnage (par exemple, copeaux de tournage ou de fraisage, etc. ...),
- les résidus d'extraction et de préparation des matières premières (par exemple, résidus d'exploitation minière ou pétrolière, etc. ...)

auxquels il faut ajouter les matières contaminées, les produits périmés, les substances interdites par la loi, etc. qui concernent également tous les autres secteurs d'activités.

Cette approche réglementaire est la seule qui prévaut en matière de gestion administrative des déchets en Région wallonne.

Dans la littérature, d'autres définitions sont parfois proposées, selon le type d'approche : environnementale, économique ou fonctionnelle.

Approche environnementale

Du point de vue de l'environnement, un déchet constitue une menace à partir du moment où l'on envisage un contact avec l'environnement (Helios, 1999). Cette approche peut conduire à considérer comme des déchets des sous-produits de nature dangereuse ou contenant des polluants indépendamment de leur valeur ou de leur possible réutilisation.

Approche économique

Sur le plan économique, un déchet est une matière ou un objet dont la valeur économique est nulle ou négative pour son détenteur à un moment et dans un lieu donné (Maystre, 1994).

Cette définition exclut une bonne part des déchets recyclables, qui possèdent une valeur économique, et entretient une ambiguïté sur le statut du déchet par rapport à celui du sous-produit, qui n'est pas soumis à réglementation.

Approche fonctionnelle

Dans un cadre plus général, on peut choisir d'adopter pour le déchet une définition fonctionnelle : un flux de matière issu d'une unité fonctionnelle, celle-ci représentant une activité ou un ensemble d'activités, et parmi ces matières, les résidus sont composés des résultats "non recherchés" ou "non désirables" (Tyteca, 1994). Pour le distinguer d'un effluent, le déchet sera en outre relatif à un rejet discontinu de matière.

2.3.1. Sources et pertinence des informations

Les données utilisées dans ce chapitre émanent de divers ouvrages et comptes-rendus d'enquêtes.

- Le premier Plan wallon des Déchets de 1991, relatif à la période 1991-1995, était surtout un engagement de la Région wallonne dans la maîtrise des opérations de production, de transfert et de gestion de ses déchets. Il a été le prétexte d'une première évaluation qualitative et quantitative des déchets générés par les industries wallonnes. Il donne en outre un aperçu des différentes méthodes de gestion à mettre en œuvre (prévention, valorisation), afin de diminuer l'impact de ces déchets sur l'environnement.
- Un bilan de ce Plan wallon des Déchets est paru en 1995 sous la forme de 10 cahiers, dont les cahiers 2, 5 et 7 concernant respectivement la prévention, les déchets industriels et les décharges constituent un point de départ à la récolte d'informations pertinentes pour le présent Etat de l'Environnement Wallon.
- Le second Plan wallon des Déchets – Horizon 2010, paru en 1998, constitue le premier – et à l'heure actuelle le seul – des plans sectoriels conçus en appliquant les principes généraux définis par le plan d'environnement pour un développement durable que le Gouvernement avait adopté en 1995. Le plan Horizon 2010 conforte et affine les lignes directrices et options de base du premier plan en se basant sur des données plus complètes que celles utilisées pour le plan 91-95, notamment grâce aux déclarations obligatoires des entreprises. Il classe les données par secteur industriel et par type de déchet et tente des hypothèses prospectives jusqu'à 2010.
- Une première enquête relative à la production de déchets industriels a été menée en 1994 par l'Institut Wallon, à la demande de la DGRNE (DGRNE, 1995). Elle cible 132 entreprises industrielles wallonnes parmi les plus énergivores. Selon des études d'Eurostat, il semblerait en effet que la consommation d'énergie soit un bon indicateur de la production de déchets industriels. Ces 132 entreprises représentaient, en 1994, plus de 90 % des usages énergétiques dans l'industrie (hors centrales électriques et cokeries), environ 44 % de l'emploi industriel en Wallonie et 76 % de la production de déchets. La représentativité de l'échantillon a été jugée bonne, sauf pour les secteurs de la parachimie, de l'alimentation (hors sucrerie), du textile et de la fabrication métallique. Les résultats obtenus sur cet échantillon ont été extrapolés à l'ensemble des 2400 industries manufacturières wallonnes répertoriées en 1995. Suivant le secteur considéré, l'énergie ou l'emploi a servi pour l'extrapolation, avec une légère prépondérance à l'emploi.
La méthodologie consistait à déterminer, pour chacun des secteurs, la fraction de l'énergie consommée ou la fraction de l'emploi, par rapport à toutes les entreprises du secteur, puis à extrapoler à l'effectif réel la quantité de déchets évaluée pour l'échantillon, en ramenant l'énergie ou l'emploi à 100 %.
- Une deuxième enquête du même type a été menée par l'Institut Wallon en 1995 et 1996 (Institut Wallon, 1998) sur un échantillon de 206 sièges d'exploitation sur les 2 600 réellement répertoriés pour cette période. Ce nouvel échantillon reprend 116 sièges d'exploitation déjà sélectionnés en 1994 et en ajoute d'autres pour mieux couvrir les secteurs moins énergivores, mais tout aussi producteurs de déchets, sous évalués par la première enquête.
Les types d'entreprises concernés par l'enquête sont identiques à ceux considérés dans ce fascicule, à l'exclusion cependant des secteurs de l'élevage intensif et de l'énergie.
Cette seconde enquête a en outre utilisé la nomenclature CEDSTAT de typologie des déchets (voir encadré), alors que la première enquête utilisait une nomenclature propre comprenant 21 catégories. La nomenclature CEDSTAT est orientée "substance", elle a été initiée par Eurostat en vue d'homogénéiser les statistiques au niveau européen.

Typologie des déchets (Plan Wallon des Déchets, 1998)

En fonction de leurs caractéristiques, les déchets industriels sont répartis en 3 classes :

- les déchets dangereux, qui présentent un danger spécifique pour l'homme ou l'environnement;
- les déchets inertes, qui ne peuvent à aucun moment altérer les fonctions du sol, de l'air ou des eaux et ne peuvent porter atteinte à l'environnement ou à la santé de l'homme;
- les déchets non dangereux, qui ne sont classés ni dangereux, ni inertes.

En fonction des opérations qu'ils ont subies, les déchets industriels sont qualifiés de :

- déchets ultimes, s'ils ne sont plus susceptibles d'être valorisés ou traités en vue de la réduction de leur caractère polluant ou dangereux;
- déchets stabilisés, lorsqu'ils sont traités de façon à réduire leur caractère polluant ou dangereux et de répondre aux critères stricts fixés pour des installations d'élimination déterminées;
- déchets inertes, lorsqu'ils sont traités de manière telle qu'ils ne peuvent, dans des conditions de gestion déterminées, à aucun moment altérer les fonctions du sol, de l'air ou des eaux, ni porter atteinte à l'environnement ou à la santé de l'homme.

La nomenclature CEDSTAT, adoptée au niveau européen, définit quant à elle, 14 types de déchets, repris dans le tableau suivant :

Code CEDSTAT	Dénomination
01	déchets de composés chimiques
02	résidus d'opérations chimiques et physiques
03	déchets de préparations chimiques
04	déchets radioactifs (non considérés ici)
05	déchets biologiques infectieux
06	déchets métalliques
07	déchets non métalliques issus en particulier de collectes ou de tri pour leur récupération
08	équipements hors d'usage
09	lisiers et fumiers
10	déchets animaux et végétaux
11	déchets courants en mélange
12	boues aqueuses ordinaires
13	déchets minéraux
14	déchets stabilisés

- Certains renseignements, concernant notamment les déchets dangereux, sont extraits des déclarations obligatoires des producteurs et collecteurs de déchets et des exploitants de CET.
- Plusieurs enquêtes sectorielles ont en outre été menées, soit par l'Union Wallonne des Entreprises (en 1989 pour le secteur des cokeries, en 1995 pour celui de la production d'électricité et pour celui des fabrications métalliques), soit par Walchim concernant le secteur de la chimie.

Les principales sources d'information exploitées dans le présent document sont le Plan wallon des Déchets – Horizon 2010 et la seconde enquête de l'Institut Wallon. Ils fournissent tous deux des résultats récents, relativement fiables et pertinents, dans les limites des hypothèses de conservation des quantités de déchets adoptées lors de la phase d'extrapolation. Dans la

suite du document, ces deux sources d'information sont référencées, entre crochets et en exposant, respectivement par ^[pwd] et ^[enq].

Les chiffres montrant l'évolution du gisement de déchets industriels sont basés en outre sur les résultats de la première enquête, de 1994. Mis en relation avec ceux de la seconde enquête, portant sur les années 1995 et 1996, ils autorisent le tracé de courbes d'évolution, pour autant qu'elles ne concernent que des valeurs relatives. Cette comparaison est notamment légitimée par le fait que 116 entreprises sont communes aux deux enquêtes.

L'évolution de la quantité de déchets générés par les entreprises manufacturières ne saurait néanmoins se départir d'une mise en perspective des taux d'utilisation réels des capacités de production. Il serait imprudent de se baser uniquement sur la donnée relative aux capacités théoriques ou nominales des installations : les impératifs économiques, les fermetures d'entreprises ou les modifications de process doivent entrer en ligne de compte dans l'interprétation des courbes d'évolution.

L'erreur commise sur l'appréciation des quantités de déchets pour l'entièreté des entreprises wallonnes est difficile à estimer.

Une partie de cette erreur est imputable au manque de représentativité de l'échantillon, qui notamment se limite aux entreprises de moyenne et de grande tailles. Or, le comportement des petites entreprises en matière de déchets peut s'avérer très différent de celui des plus grandes.

Pour les années à venir, on peut espérer une meilleure qualité des informations collectées, dans la mesure où d'autres enquêtes sont réalisées périodiquement sur le même panel d'entreprises et où les déclarations de production de déchets deviennent obligatoires et systématiques. A l'heure actuelle, seule la déclaration de production (et de détention) de déchets dangereux est obligatoire, y compris pour les collecteurs, les transporteurs et les centres de traitement de déchets dangereux, ce qui autorise des recoupements d'informations et une validation des données. Un souhait pour le futur serait de généraliser le système de déclaration à tout type de déchet.

Classes de centres d'enfouissement technique

En fonction de l'origine et de la nature des déchets, l'AERW du 23 juillet 1987 relatif aux décharges contrôlées répartit les CET en 4 classes :

- classe 1 : déchets industriels dangereux, non toxiques;
aucun CET de ce type n'existe en Wallonie;
- classe 2 : déchets industriels non toxiques et non dangereux et assimilés;
déchets ménagers et assimilés;
le plan wallon des déchets de 1998 recense 17 installations de ce type en Wallonie;
- classe 3 : déchets inertes;
en 1998, 23 CET de classe 3 étaient répertoriés en Région Wallonne; ils accueillent essentiellement les déchets de construction, de travaux routiers, les terres de déblais, ...
- classe 5 : déchets industriels non toxiques destinés à l'usage exclusif du producteur de déchets;
 - classe 5.1 pour les déchets industriels dangereux et non toxiques (4 centres en Wallonie), typiquement réservés aux boues et aux déchets solides traités, aux déchets de construction et de démolition des industries et des fours, du PVC, ...
 - classe 5.2 pour les déchets industriels non dangereux et non toxiques (4 centres en Wallonie), dont les principales sources sont les gypses de

- préparation de l'acide phosphorique, les déchets de fabrication du verre, ainsi que certains déchets solides traités;
- classe 5.3 pour les déchets industriels inertes (2 centres en Wallonie), accueillant notamment les inertes des travaux routiers relatifs à l'industrie.

La classe 4, initialement prévue pour les déchets toxiques a été abrogée, ces déchets étant désormais interdits d'enfouissement.

2.3.2. Evaluation globale du gisement des déchets industriels

2.3.2.1. Par secteurs d'activité

La quantité totale des déchets générés par l'industrie manufacturière est estimée à 6 061 963 tonnes en 1996 ^[enq].

Le tableau 1 et la figure 1 montrent la répartition des déchets industriels par secteurs d'activités pour la Région wallonne en 1996.

Secteur industriel	Gisement en tonnes
Sidérurgie	2 653 298
Alimentation	1 718 063
Chimie	931 493
Fabrication métallique	242 969
Autres industries	163 263
Minéraux non-métalliques	160 721
Papier	142 125
Minéraux non ferreux	25 298
Textile	24 733
<p>Tableau 1 - Estimation des quantités totales de déchets générés par les différents secteurs industriels en Région wallonne en 1996.</p> <p><i>Source – Institut Wallon, 1998.</i></p>	

Les trois grands secteurs producteurs de déchets en Wallonie sont la sidérurgie, l'agro-alimentaire et la chimie : ils totalisent à eux trois près de 90 % de la quantité de déchets industriels.

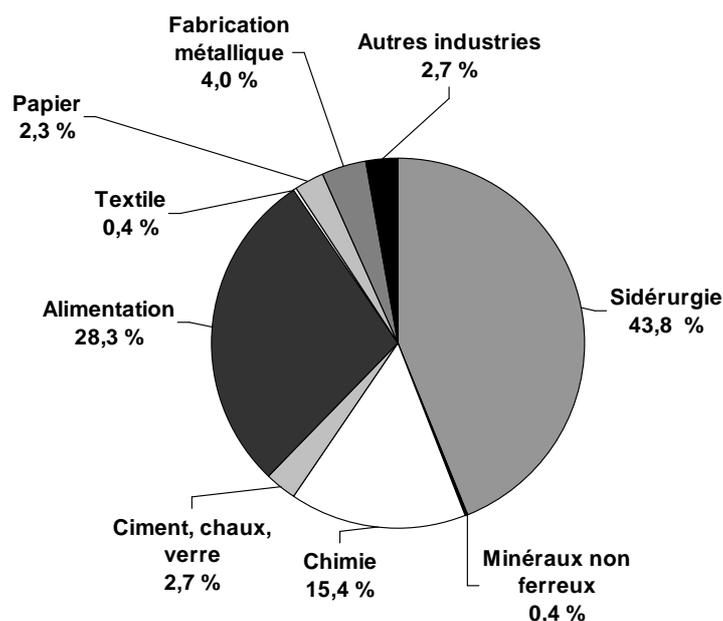


Figure 1 – Répartition sectorielle des déchets industriels en Wallonie (1996).
Source – Institut Wallon, 1998.

En termes quantitatifs, les variations dans le temps du gisement global des déchets industriels ne sont pas remarquables : elles n'excèdent pas 3 % entre 1994 et 1996. Le tableau 2 fournit l'évolution entre 1994 et 1996 des répartitions sectorielles, en insistant sur les 3 secteurs prépondérants. On assiste à une légère augmentation de la proportion de déchets agro-alimentaires, due essentiellement à la prise en compte en tant que déchets des eaux usées épandues sur les champs et à la différence entre les quantités exprimées en tonnes sèches et en tonnes humides (Institut Wallon, 1998).

Secteurs	1994	1995	1996
Sidérurgie	43 %	46 %	44 %
Agro-alimentaire	26 %	27 %	28 %
Chimie	17 %	15 %	15 %
Autres secteurs	14 %	12 %	13 %
Total	100 %	100 %	100 %

Tableau 2 – Evolution des répartitions sectorielles des quantités de déchets générés par l'industrie wallonne entre 1994 et 1996.
 Source – DGRNE, 1995; Institut Wallon, 1998.

Mais la quantité totale de déchets n'est pas le seul critère pour caractériser les rejets solides ou liquides d'un secteur industriel : la dangerosité de ceux-ci représente un élément prioritaire à prendre en compte dans les stratégies de gestion.

Les caractéristiques de danger sont définies par l'arrêté du Gouvernement wallon adopté le 10 juillet 1997. Citons principalement les explosifs, les comburants, les substances inflammables, irritantes, nocives, toxiques, cancérigènes, corrosives, infectieuses, tératogènes, mutagènes, écotoxiques.

L'inventaire de la production des déchets dangereux est établi à partir des déclarations obligatoires des producteurs, des collecteurs agréés, des centres agréés de prétraitement, d'élimination ou de valorisation, des exploitants des CET de déchets dangereux, ainsi que des déclarations de transferts transfrontaliers de déchets et d'extrapolations basées sur les quantités de matières premières entrant dans l'entreprise.

Cette diversité des sources et l'évolution récente de la réglementation en matière de déclarations rendent délicate l'interprétation des quantités absolues de déchets industriels dangereux et surtout leur comparaison d'une année à l'autre.

Les chiffres suivant peuvent néanmoins être évoqués : 241 928 tonnes pour le bilan du Plan Wallon des Déchets 91-95, 419 081 tonnes pour le Plan Wallon des Déchets-Horizon 2010 et 638 963 tonnes pour l'échantillon de l'enquête 1996.

En moyenne, la quantité de déchets industriels dangereux peut être estimée à 10 % de la quantité totale de déchets générés par l'industrie ^[enq].

Selon le Plan wallon des déchets – Horizon 2010, cette proportion retombe à environ 4 % lorsque l'entièreté des déchets industriels est prise en compte, en incluant notamment le secteur de la construction et le tertiaire, non repris dans l'inventaire des entreprises manufacturières.

La figure 2, basée sur l'enquête 1996, indique que la répartition sectorielle des déchets dangereux amplifie encore la prédominance des apports de la sidérurgie. Parmi ceux-ci, il faut mentionner les scories, cendres, boues, suies métalliques, ainsi que les déchets et les boues contaminés par des constituants inorganiques.

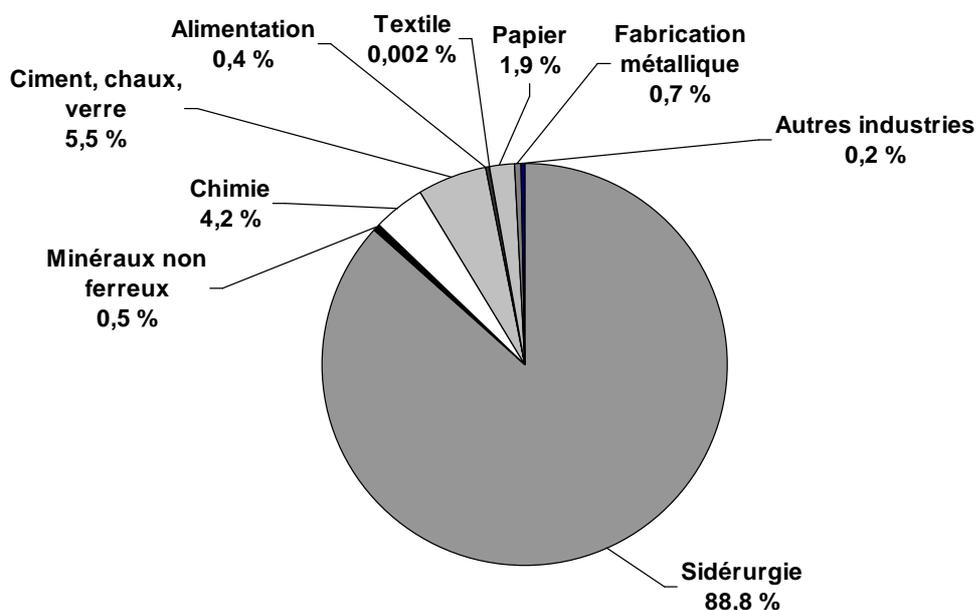


Figure 2 – Répartition sectorielle des déchets dangereux pour un échantillon d'entreprises wallonnes en 1996.
Source –Institut Wallon, 1998.

2.3.2.2. Par catégories de déchets

Le Plan Wallon des Déchets-Horizon 2010 propose une évaluation du gisement de déchets industriels basée sur les grandes catégories de déchets.

Réalisée en aval de la production, elle donne une image beaucoup plus large que celle du gisement imputable aux seules industries manufacturières. Elle inclut les déchets de construction, de démolition et enrobés, ceux de la circulation fluviale et automobile, ceux de pesticides, les pneus usés, les boues de dragage et de stations d'épuration, les médicaments périmés, ...

Bien que non pertinente dans le cadre de ce fascicule consacré aux industries manufacturières, elle permet néanmoins de relever deux éléments intéressants :

- la quantité totale de déchets imputable aux industries manufacturières (aux environs de 6 millions de tonnes en 1996) représente 60 % du gisement total des "industries", qui englobe également le secteur de la construction, celui des services (garages, services publics d'épuration, d'entretien des cours d'eau, commerces, ...) et celui de l'énergie;
- les catégories les mieux représentées sont, dans l'ordre :
 - les déchets de fusion, d'incinération et de combustion
 - les déchets de construction, de démolition et enrobés
 - les matières organiques fermentescibles
 - les déchets de gypses et anhydrites

Les résultats de l'enquête 1996 (hors élevage et énergie) sont plus représentatifs des industries manufacturières. La figure 3 montre la répartition selon le code européen CEDSTAT des 6 061 963 tonnes de déchets industriels générés en Wallonie en 1996.

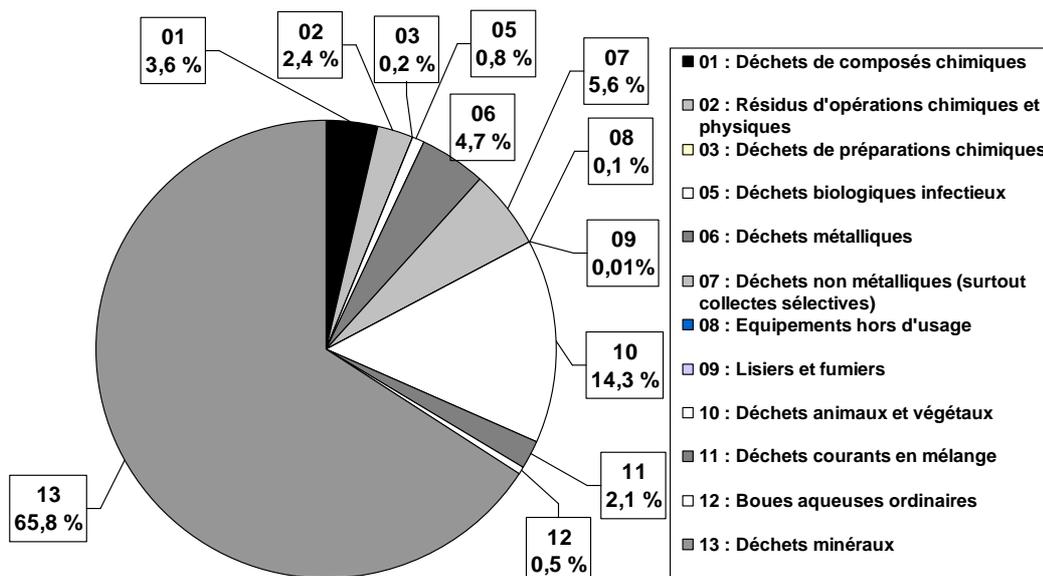


Figure 3 – Répartition des déchets industriels wallons en 1996, par type de déchet, selon la nomenclature CEDESTAT.

Source –Institut Wallon, 1998.

Les principales catégories de déchets sont :

- les déchets minéraux, reprenant notamment les minéraux naturels, les sables et les pierres, mais également les scories et cendres d'opérations thermiques;

- les déchets animaux et végétaux, concernant surtout ici la préparation industrielle des produits;
- les déchets non métalliques, issus en particuliers de collectes sélectives ou de tris, internes aux entreprises, pour leur récupération, et comprenant une grande variété de matières (verre, papier, carton, caoutchouc, plastique, bois, textile, cuir);
- les déchets métalliques.

Le tableau 3 met en évidence les secteurs producteurs pour ces 4 catégories principales de déchets.

Catégorie de déchets	Part dans la production totale	Principaux secteurs producteurs	
Déchets minéraux	65,8 %	Sidérurgie	56 %
		Chimie	20 %
		Alimentation	20 %
Déchets animaux et végétaux	14,3 %	Alimentation	100 %
Déchets non métalliques (récupération)	5,6 %	Autres industries	39 %
		Ciment, chaux, verre	22 %
		Papier	19 %
Déchets métalliques	4,7 %	Sidérurgie	63 %
		Fabrication métallique	24 %

Tableau 3 – **Origine des principaux types de déchets produits par l'industrie wallonne en 1996.**
Source – Institut Wallon, 1998.

Aucune évolution notable dans la répartition des déchets n'est enregistrée entre 1994 et 1996. Les perspectives pour les 5 ou 10 ans à venir (Plan Wallon des Déchets-Horizon 2010) indiquent une légère croissance (environ 10 %) des quantités de déchets industriels jusqu'à 2000, puis une stabilisation par la suite, avec assez peu de différences de répartition selon la catégorie de déchets considérés jusqu'à présent. Cependant, la croissance initiale serait surtout imputable à la catégorie des déchets engendrés par les activités de dépollution des effluents liquides et gazeux : elles concernent essentiellement les boues de dragage, non considérées dans ce fascicule.

L'industrie manufacturière est responsable d'une petite partie de l'augmentation du volume de ce type de déchets, qui peut être expliquée par les éléments suivants :

- la prise en charge progressive par le secteur industriel de certains déchets d'origine ménagère et assimilés;
- le développement d'installations de dépollution des effluents liquides et gazeux;
- la résorption de stockages temporaires ou illicites de déchets;
- les opérations d'inertage ou de stabilisation des déchets inorganiques.

2.3.3. Gestion des déchets industriels en Région wallonne

2.3.3.1. Définitions

La *prévention* de la pollution comporte l'ensemble des activités qui visent à supprimer ou à réduire globalement la quantité et la nocivité des rejets et à gérer de façon optimale et durable les ressources naturelles. Appliquée à la politique des déchets, la prévention limite d'autant les besoins de moyens pour prendre les déchets en charge et les risques qu'ils font peser sur la santé et l'environnement, les coûts de collecte, de transport et de traitement, la consommation

de matières premières et améliore les conditions de travail et les performances des procédés^[pwd].

La *gestion* des déchets comprend leur collecte, leur transport, leur valorisation ou leur élimination, y compris la surveillance de ces opérations, ainsi que la surveillance et la remise en état des sites d'élimination ou de valorisation après leur fermeture.

La *collecte* est un ensemble d'opérations en aval de la production du déchet jusqu'à son transport sur le lieu de traitement définitif. Plusieurs phases peuvent être distinguées : tri à la source, ramassage, regroupements, tri et prétraitement. Ces différentes étapes ne sont pas obligatoires, un déchet peut aller directement du lieu de production vers le site de valorisation ou d'élimination^[pwd].

Le *regroupement* est l'immobilisation provisoire avec mélange de déchets de provenances différentes, mais de nature comparable ou compatible. Le but du regroupement est de faciliter la gestion des transports de déchets, permettre par exemple l'utilisation de gros porteurs pour les transports à moyenne et longue distance. L'annexe IV du décret wallon du 27/06/96 inclut dans les opérations de regroupement : le stockage temporaire, le regroupement, le tri et le prétraitement préalablement à l'une des opérations de valorisation ou d'élimination.

Le terme *stockage*, quant à lui, a une acception plus restreinte : il définit le dépôt provisoire de déchets devant être évacués ou recyclés.

La collecte et le regroupement sont des activités intermédiaires entre la production, c'est-à-dire la source des déchets, et le traitement ou l'élimination, destination finale des déchets. C'est à ce niveau de la filière que les flux de déchets de provenance et de nature différentes se mélangent et se reventilent^[enq].

En particulier, le *transfert* est une activité visant à transférer des déchets à l'intérieur, vers l'intérieur ou vers l'extérieur de la Région wallonne, à l'exclusion des déchets en transit (décret wallon du 27/06/96).

La *valorisation* consiste à trouver une nouvelle utilité pour tout ou partie de la matière contenue dans les déchets, soit par réemploi, récupération, recyclage, soit par des procédés permettant d'obtenir des matériaux ou de l'énergie. On distingue le recyclage industriel et les valorisations agricole, énergétique et en génie civil^[pwd]. L'annexe III du décret wallon du 27/06/96 définit rigoureusement l'ensemble des opérations débouchant sur une possibilité de valorisation.

En particulier, le *recyclage* est une opération de valorisation, y compris le compostage, qui consiste en la récupération de matières premières ou de produits des déchets, à l'exclusion de l'énergie.

Le *recyclage interne* est l'action de recycler un déchet issu d'un procédé de fabrication à l'intérieur de ce même procédé.

L'*élimination* de déchets consiste en leur destruction (biodégradation, incinération sans récupération effective d'énergie) ou leur dépôt définitif sur ou dans le sol (mise en centre d'enfouissement technique, lagunage, immersion)^[pwd]. L'annexe II du décret wallon du 27/06/96 donne la liste des opérations d'élimination possibles.

En ce qui concerne plus spécifiquement l'industrie wallonne, les enquêtes de 1994 et de 1995/1996 recensent, pour les échantillons concernés, les différents modes de gestion des déchets, codifiés selon la directive 91/156/CEE : codes D, R ou G, respectivement pour l'élimination, la valorisation et le regroupement (ce dernier mode de gestion pour la seconde enquête seulement).

2.3.3.2. Prévention

En matière de déchets industriels, comme pour la plupart des secteurs de l'environnement, la première forme de gestion consiste à favoriser les technologies propres en amont de la production.

Dans cet esprit, le Plan Wallon des Déchets – Horizon 2010 reprend les objectifs du Plan Wallon des Déchets 1991-1995 qui n'avaient pas été atteints et leur donne de nouvelles échéances; il s'agit par exemple de l'élaboration de cahiers sectoriels sur les technologies propres.

L'objectif du Plan est d'atteindre progressivement, d'ici 2010, une prévention de 50 % pour l'ensemble des déchets industriels.

Cet objectif de prévention repose pour l'essentiel sur la mise en œuvre d'un article du décret wallon du 27 juin 1996 relatif aux déchets. Depuis le 20 mai 1999, cet article décretaal se trouve traduit dans un arrêté du Gouvernement wallon qui établit une liste des matières assimilables à des produits. Le chiffre de 50% de prévention à l'horizon 2010 est donc basé sur ce texte, qui n'établit pas de distinction très nette entre déchet et produit, et qui, sur le plan de la pratique de terrain, contient peu de garanties en termes de traçabilité et de comptabilité environnementale. L'objectif de l'Office wallon des Déchets serait donc de proposer de rendre le statut de déchets aux "matières", de mieux spécifier les filières d'utilisation, de définir des normes ou valeurs guides avec précision et d'imposer une comptabilité environnementale pour les matières figurant dans la liste.

Une telle redéfinition, mieux en rapport avec les textes européens actuels, conduiraient inévitablement à revoir à la baisse les objectifs de prévention à l'horizon 2010.

Il n'empêche que la prévention reste une priorité dans les objectifs de la gestion des déchets en Région wallonne.

C'est pourquoi, selon la même philosophie, la DGRNE a créé en 1992 une cellule "Technologie Propres" afin d'aider les entreprises, et surtout les PME, à intégrer dans leurs processus de fabrication des systèmes efficaces de prévention.

Dans le même temps, il a été décidé de sensibiliser les acteurs économiques à la problématique de l'environnement et des impacts de leurs activités au moment de la production, mais aussi en aval. Des conseillers en environnement ont été mis à disposition des entreprises, plus particulièrement des PME, pour conscientiser les entrepreneurs, réaliser un état environnemental initial des entreprises et aider à la mise en place de règles de bonne gestion environnementale.

En janvier 1995, sur 850 entreprises contactées, 550 ont rencontré un conseiller et finalement 230 entreprises, en majorité des PME, ont réalisé un état environnemental initial et ont accepté une aide.

2.3.3.3. Valorisation, élimination et regroupement

Le tableau 4 reprend, pour chaque secteur de l'industrie wallonne, les proportions pour chacun des modes de gestion de 1994 à 1996, sur base des échantillons des enquêtes (résultats non extrapolés à la Région wallonne).

Secteur d'activité	1994			1995			1996		
	Elimination %	Valorisation %	Regroupement %	Elimination %	Valorisation %	Regroupement %	Elimination %	Valorisation %	Regroupement %
Sidérurgie	4.6	95.4	-	3.2	89.6	7.2	3.6	97.9	-1.5
Minéraux non ferreux	29.8	70.2	-	6.0	92.1	1.9	5.4	90.8	3.8
Chimie	34.5	65.5	-	25.1	74.8	0.1	36.6	63.2	0.2
Minéraux non métalliques	62.3	37.7	-	36.7	57.3	6.0	35.5	58.6	5.9
Agro-alimentaire	2.5	97.5	-	0.5	98.5	1.0	0.7	96.7	2.6
Textile	78.1	21.9	-	43.5	44.2	12.3	38.8	49.5	11.7
Papier	33.1	66.9	-	29.9	69.6	0.5	26.6	73.1	0.3
Fabrication métallique	51.3	48.7	-	38.9	54.7	6.4	36.6	55.5	7.9
Autres industries	71.3	28.7	-	7.0	91.6	1.4	6.1	93.1	0.8
Total	12.5	87.5	-	7.3	88.5	4.2	9.9	89.7	0.4

Tableau 4 – Répartition en % des modes de gestion des déchets par secteur d'activité.
Source – Institut Wallon, 1998.

Les données de 1994 ne sont pas réellement comparables aux autres, puisqu'il ne s'agit pas du même échantillon d'entreprises et que les quantités relatives au "regroupement" ne sont pas disponibles. Elles sont néanmoins fournies dans ce tableau pour mettre en évidence une évolution de certaines entreprises vers la valorisation de leurs déchets.

Valorisation

La Région wallonne, conformément à la hiérarchie des modes de gestion définie par la Directive 91/156/CEE, mène une politique visant à favoriser la valorisation au détriment de l'élimination. Le tableau 4 reflète cette prédominance, avec, en moyenne, près de 90 % de déchets industriels valorisés, soit plus de 5,4 millions de tonnes^[enq]. Les secteurs les plus producteurs de déchets sont aussi ceux qui valorisent le plus. Ainsi, la sidérurgie et l'agro-alimentaire recyclent, en interne ou dans des entreprises extérieures, la presque totalité de leurs déchets (97,9 % et 96,7 % respectivement en 1996).

La valorisation s'effectue en majorité à l'intérieur de la Région wallonne et concerne surtout le recyclage des métaux, la récupération de substances inorganiques et la valorisation en agriculture. Les déchets minéraux issus de la sidérurgie, de la chimie et de l'agro-alimentaire alimentent en grande partie ces 3 filières de valorisation.

La valorisation hors Région wallonne (5,5 % en 1996) concerne surtout la Flandre et la France.

La valorisation des déchets dangereux, surtout en cimenterie, permet, à l'inverse, non seulement de traiter 459 377 tonnes (1996) de déchets industriels wallons, mais également d'en importer des régions voisines.

Il existe différentes formes de recyclage : le recyclage industriel interne (dans la même entreprise) ou externe, la valorisation énergétique, la valorisation matière, la valorisation en génie civil et la valorisation agricole.

Ces notions parfois se recouvrent partiellement (recyclage industriel et valorisation matière, par exemple) et parfois sont délicates à interpréter (ainsi, si les matières sont traitées au sein même de l'installation qui leur a donné le jour, la législation wallonne veut qu'elles ne soient pas considérées comme des déchets).

Dans le cadre des travaux du forum européen du recyclage, la Commission européenne propose les notions de :

- boucle fermée (closed-loop), lorsque le recyclage des déchets générés par un secteur d'activités économiques s'opère au sein de ce secteur d'activités, avec pour caractéristiques essentielles que les maillons de la filière sont relativement bien imbriqués et que celle-ci est globalement complète;
- boucle ouverte (open-loop) : les entreprises de production primaire ne sont pas en mesure de procéder au recyclage des déchets de pré- ou de post- consommation et ces derniers doivent dès lors être pris en charge soit par des installations de production appartenant à d'autres secteurs d'activités, soit par des unités spécifiquement dédiées pour le traitement des déchets.

Voici quelques exemples de recyclage de déchets industriels :

- La sidérurgie vend ses goudrons de cokeries à l'industrie chimique pour une transformation en produits asphaltiques ou aux centrales électriques où ils sont valorisés comme combustibles. Le sulfate d'ammonium est recyclé dans l'industrie des engrais, les produits organiques (benzol et naphtaline) dans l'industrie chimique, le laitier de haut-fourneau et les scories en cimenteries. Les entreprises sidérurgiques recyclent également en interne, notamment dans l'étape d'agglomération, une grande quantité de pailles de fer et de poussières.
- L'industrie du papier et celle de l'imprimerie recycle en interne une grande partie des rebuts de fabrication. Ces déchets peuvent en outre être introduits dans des filières extérieures au secteur, comme celle de la fabrication de plaques asphaltées pour toitures, de panneaux isolants.

- Pour la chimie, le gypse issu de la production de l'acide phosphorique peut-être valorisé en cimenterie ou dans l'industrie du verre, du papier ou des plastiques ou encore en agriculture. Cependant, comme c'est le cas pour les sables de fonderie, les possibilités réelles de valorisation sur le terrain sont bien en-deça du potentiel théorique, ce qui nécessite souvent la mise en CET d'une partie du gypse.
- Le secteur agro-alimentaire recycle également une grande partie de ses propres déchets, notamment par le biais de la valorisation des os et tissus animaux en farine entrant dans la composition des aliments pour bétail.

Cette dernière remarque évoque néanmoins les limites des filières de recyclage des déchets, que l'actualité récente a d'ailleurs mis en évidence. Dans le secteur agro-alimentaire, une première crise, celle de l'ESB (Encéphalopathie Spongiforme Bovine ou Maladie de la Vache Folle) a conduit à l'interdiction de la valorisation de certaines parties du corps de bovins, d'ovins et de caprins dans les farines animales et la seconde crise, celle de la dioxine, remet en question de manière fondamentale le recyclage des déchets animaux.

La prudence s'avère donc indispensable dans les choix de filières de valorisation.

Le principe de précaution n'est cependant pas le seul critère qui peut mettre un frein au recyclage. Il serait intéressant d'identifier de manière formelle les limitations d'ordre technique ou économique, en plus des impacts non encore connus sur la santé humaine. La remise en cause d'une filière de valorisation existante supposerait alors que l'on ait pu identifier et analyser avec précision les alternatives possibles et les avantages et inconvénients qui y sont liés.

Elimination

L'élimination est réalisée essentiellement sous 2 formes : l'incinération ou la mise en CET.

Concernant l'incinération, seulement quelques entreprises et établissements wallons ont intégré dans les processus industriels ou implanté sur le site d'exploitation des unités d'incinération des déchets. En ce qui concerne les déchets dangereux (environ 10 % de la quantité totale des déchets industriels), la mesure 226 du Plan Wallon des Déchets – Horizon 2010 stipule que la création d'une installation spécifiquement dédiée à leur incinération ne se justifie pas. En effet, la plus grande partie (soit 57%) des déchets dangereux générés en Wallonie sont éliminés en Région wallonne par d'autres techniques que l'incinération (CET de classe 5.1, traitement physico-chimique, cimenteries) ou y sont valorisés. Par ailleurs, 29 autres pour-cent de ces déchets dangereux d'origine wallonne sont valorisés hors Wallonie. Enfin, seuls les 4% restant sont exportés pour élimination, essentiellement en Flandre (dont seulement 1% sont incinérés). En 1995, 3318 tonnes de déchets industriels dangereux ont ainsi été exportés vers des unités d'incinération extérieures à la Wallonie.

En Région wallonne, seule une société située à Mouscron incinère des déchets dangereux, mais uniquement d'origine hospitalière et pharmaceutique.

En ce qui concerne les déchets industriels non dangereux, une petite fraction, soit 100 000 tonnes, ont été brûlés en 1995 dans les Unités d'Incinération des Ordures Ménagères (UJOM).

Le dépôt en CET est la façon la plus courante d'éliminer les déchets industriels en Région wallonne.

Il n'y a pas de CET de classe 1 (déchets industriels dangereux, non toxiques) en Wallonie : en 1995, 56 907 tonnes de déchets dangereux industriels ont été exportés vers des CET flamands ou vers l'étranger. Soixante pourcent de ces déchets sont des résidus provenant d'installations de broyage de déchets métalliques^[pwd].

L'élimination en CET de classe 2 concerne 1 200 000 tonnes de déchets industriels en 1995^[pwd]. Le tableau 4 indique que les secteurs qui éliminent la plus grande partie de leurs déchets, proportionnellement à la quantité générée, sont ceux de la chimie, des minéraux non métalliques et de la fabrication métallique. En quantités absolues éliminées, la sidérurgie vient

en second lieu, après le secteur de la chimie, mais cela ne représente pour elle que de 3 à 4 % de la quantité totale de déchets générés.

Les types de déchets industriels faisant l'objet de mise en CET sont en ordre principal les déchets minéraux, catégorie comprenant notamment le phosphogypse (et concernant donc le secteur de la chimie), puis les déchets courants en mélange qui sont composés essentiellement des déchets industriels banals (DIB) et des déchets d'emballage en mélange. Les quantités totales de déchets mis en CET ont augmenté entre 1995 et 1996. Cette hausse est principalement due à un déstockage important de phosphogypse.

Parmi les entreprises qui éliminent des déchets, il faut citer les incinérateurs de déchets ménagers eux-mêmes : un tonnage important de mise en CET correspond aux "passants du tri" de déchets ménagers, ainsi qu'aux "REFIOMs" (Résidus d'Epuración des Fumées d'Incinérateurs d'Ordures Ménagères) et aux "MIOMs" (Mâchefers d'Incinérateurs d'Ordures Ménagères, c'est-à-dire les scories récupérées dans les fourneaux).

Regroupement

La catégorie "regroupement" du tableau 4 reprend toutes les opérations de regroupement, stockage et tri préalable au traitement.

Elles ne sont mentionnées comme telles que dans le cas où la destination finale du déchet n'est pas connue : les valeurs indiquées pour une année donnée ne représentent donc pas les quantités de déchets gérées par les collecteurs, mais indiquent essentiellement les stocks de déchets des entreprises.

Un bilan statique global des flux de déchets ne devrait pas tenir compte de ces quantités regroupées, dans la mesure où, en fin de compte elles seront soit éliminées, soit valorisées. Néanmoins ces chiffres sont intéressants dans le cadre d'une analyse dynamique des flux. Non seulement ils permettent d'équilibrer le bilan des déchets entrants et sortants des entreprises, mais ils mettent en évidence le caractère discontinu de la valorisation.

Le recyclage se fait en fonction des besoins des entreprises qui valorisent : une crise passagère du secteur de la cimenterie entraînerait par exemple une augmentation des stocks des déchets sidérurgiques, qu'il faudra peut être éliminer.

La colonne "regroupement" montre, en tout état de cause, qu'il est dangereux de tirer des conclusions quantifiables concernant les modes de gestion de déchets des entreprises sur base de l'analyse des bilans d'une seule année. L'idéal serait de réaliser des moyennes sur des périodes de plusieurs années.

Ainsi, le cas, déjà évoqué plus haut, de l'évacuation en 1996 du phosphogypse stocké en 1995 explique l'augmentation de la partie éliminée par le secteur de la chimie. De la même manière, le stockage peut être négatif, comme pour la sidérurgie en 1996, si les quantités stockées précédemment ont été éliminées ou valorisées, la quantité totale de déchets ainsi gérée dépassant celle qui est produite par le secteur sur une année.

2.3.4. Catégories de déchets industriels

Le Plan wallon des déchets – Horizon 2010 examine en détail 29 catégories différentes de déchets. Le lecteur intéressé pourra s'y référer; ici, seules les catégories de déchets susceptibles d'être générés par l'industrie manufacturière seront reprises succinctement. Les chiffres cités proviennent tous du Plan Wallon des déchets.

2.3.4.1. Déchets de carrière

Les matières extraites des carrières génèrent des déchets de même composition : calcaire, sables, dolomie et porphyre essentiellement. Les résidus de production ou de transformation, pour autant qu'ils soient valorisés ou réutilisés sur le site, ne sont pas considérés comme déchets. Il s'agit pour l'essentiel de terres de découverte, stériles, inertes et fines de

concassage ainsi que des déchets provenant de la transformation et de la mise en œuvre des produits de carrière (pierres bleues, pierres tombales, ...). Cette quantité de résidu est énorme, elle représente plus d'un million de tonnes de matériaux, dont 860 000 tonnes de poussières générées par le secteur des cimenteries, qui retournent dans la ligne de production. Seuls les résidus destinés à un traitement réalisé à l'extérieur du site doivent être considérés comme déchets. Sur base de la production de matières premières et en considérant qu'une tonne extraite génère 300 kg de résidus, entre 15 et 20 millions de tonnes de déchets par an sont estimées provenir du secteur carrier, sans considérer les terres de découverte (10 à 15 millions de tonnes).

Parmi ces déchets, une partie est éliminée en CET inertes (classe 3, voir encadré) soit 2 478 tonnes en 1995, il s'agit principalement des boues de sciage. On remarque toutefois que leur quantité a diminué de façon considérable : de 43 130 tonnes de résidus mis en CET en 1993, la quantité a presque été divisée par 20 en 1995.

2.3.4.2. *Amiante*

Le gisement actuel d'amiante (ou asbeste) est encore peu connu, seules les mises en CET sont répertoriées. De par sa dangerosité immédiate ou potentielle pour la santé humaine, l'amiante, surtout si elle se présente sous la forme d'amiante libre, doit être éliminée des bâtiments, équipements, etc. Les principaux secteurs industriels concernés sont la sidérurgie, la chimie et l'agro-alimentaire. Les quantités globales à éliminer pour l'ensemble des secteurs industriels sont estimées à 11 000 tonnes d'amiante libre et 20 000 tonnes d'amiante fixée (amiante-ciment, enduits bitumeux, colles, ...). Ces chiffres sont à rapporter aux gisements globaux, qui comprennent également l'amiante susceptible de se trouver dans les habitations familiales, et qui s'élèvent à 44 000 tonnes pour l'amiante libre et à 780 000 tonnes pour l'amiante fixée. Cette dernière est considérée comme un déchet non dangereux, qui peut donc être géré comme tel, tandis que l'amiante libre est considérée comme déchet dangereux, dont l'élimination nécessite une étape préalable d'enrobage des fibres.

2.3.4.3. *Déchets de fusion, d'incinération et de combustion*

Ce flux comporte les déchets issus d'activités industrielles, comme la sidérurgie (laitiers de hauts fourneaux, scories, mâchefers, cendres, sables de fonderies) et opérations de traitement des rejets atmosphériques, notamment sur les unités d'incinération de déchets ménagers (résidus d'épuration des fumées à la chaux ou au bicarbonate de soude, suivant le procédé de traitement et mâchefers d'incinérateurs).

Sont concernés en Wallonie :

- 4 incinérateurs d'ordures ménagères
- 5 sidérurgies intégrées
- 3 aciéries électriques
- une bonne vingtaine de fonderies
- 12 laminoirs
- les briquetteries
- les cimenteries
- les chauffourniers
- les verreries

La composition est variable, selon l'activité industrielle, mais les résidus d'épuration, les sables de fonderies, les mâchefers et cendres volantes contiennent invariablement de la silice (SiO_2), ainsi que divers autres oxydes métalliques (Al_2 , O_3 , Fe_2O_3 , CaO , ...) et une grande variété de métaux (Mg, Ti, Zn, ...).

Pour l'industrie manufacturière, le gisement total de ce type de déchet s'élève à 3 312 600 tonnes en 1995 (dont 215 600 tonnes issues de l'incinération des déchets ménagers). Il s'élève à 3 947 600 tonnes lorsqu'on ajoute les centrales électriques thermiques (charbon). Sur cette dernière quantité, 3 509 000 tonnes sont cependant réutilisées ou valorisées (travaux routiers, cimenterie, agriculture).

2.3.4.4. Gypses et anhydrites

Les gypses et anhydrites sont composés majoritairement de sulfate de cadmium (CaSO_4), respectivement sous forme hydratée et anhydre ainsi que de divers sels et métaux lourds. Ils sont générés en quantités très importantes par l'industrie chimique et les activités de dépollution. Les gypses sont susceptibles de polluer l'eau et les sols par les sels et métaux qu'ils contiennent.

Ce type de déchet est notamment généré en Wallonie comme "sous-produit" dans le processus de fabrication de l'acide phosphorique qui consiste en une attaque acide de phosphates calciques naturels. Par tonne d'acide phosphorique produit, 5 tonnes de phosphogypse sont générés.

Il provient également de la désulfuration des gaz de combustion, notamment dans des industries du sucre, du papier et des métaux.

Les quantités générées par l'industrie chimique en Région wallonne sont évaluées à 815 000 tonnes pour 1995.

Les gypses et anhydrites peuvent notamment être valorisés dans l'industrie du plâtre et dans les cimenteries. Le reste est mis en centre d'enfouissement technique de classe 5.2.

Cependant, la mise en conformité des grandes installations de combustion au regard des normes de la directive "incinération" générera, à très brève échéance, plusieurs dizaines de milliers de tonnes supplémentaires de sulfogypse qui risquent fort de ne pouvoir trouver de débouchés immédiats en termes de valorisation en Région wallonne.

2.3.4.5. Huiles contaminées par des PCB

Un certain nombre de molécules organiques considérées comme dangereuses pour l'environnement entrent dans la composition d'huiles utilisées dans l'industrie, en fonction de leurs excellentes caractéristiques physico-chimiques. Outre certains solvants et composés hydrocarbonés polycycliques aromatiques, il s'agit essentiellement des polychlorobiphényles et -terphényles (PCB/PCT), contenant du chlore.

Dans l'industrie, les utilisations se divisent en 2 catégories :

- les utilisations dispersives : huiles de lubrification, de coupe, imprimerie, ...
- les utilisations en système clos : diélectrique des condensateurs, transformateurs, ...

Le secteur de l'extraction et de la transformation des minerais, dont la sidérurgie, génère également des déchets contenant des PCB.

Le gisement annuel total des déchets contenant des PCB est estimé à 110 tonnes, dont la partie imputable à l'industrie n'est pas facilement identifiable. Ce gisement doit être éliminé (incinération) conformément aux dispositions réglementaires qui prévoient l'élimination des PCB comme fluide diélectrique des transformateurs et condensateurs.

L'arrêté du Gouvernement wallon du 25 mars 1999 définit ainsi un planning d'élimination qui va indubitablement induire un net accroissement des quantités à éliminer, et ce, dès les prochaines années (date limite de décontamination ou d'élimination : le 31 décembre 2001 si la date de fabrication est inconnue ou antérieure à l'année 1972, ou le 31 décembre 2005 dans le cas contraire, sauf dérogation éventuelle ou quantité de PBC/PCT inférieure à 1 dm^3 , auxquels cas, la date limite est portée au 31 décembre 2010).

2.3.4.6. Déchets organiques fermentescibles et déchets animaux

L'industrie agro-alimentaire, avec en particulier le secteur sucrier, les secteurs des huiles et des graisses, de la brasserie, des conserves de fruits et légumes, de la boisson, le secteur laitier et chocolatier, ainsi que l'industrie du papier et du bois génèrent de l'ordre de 900 000 tonnes de déchets organiques fermentescibles (1995), auxquels il faut ajouter l'apport des boues de stations d'épuration industrielles, soit 23 500 tonnes en 1995.

Une partie de ces déchets est valorisée, notamment par compostage ou épandage au profit de l'agriculture, une autre est incinérée, le reste est enfoui.

L'industrie agro-alimentaire génère en outre des déchets animaux (abattoirs, centres de découpe, entreprises de transformation de la viande et du poisson). De par leur nature et leur caractère putrescible, ceux-ci constituent un support potentiel pour des agents pathogènes. Les déchets d'animaux malades sont même répertoriés dans la catégorie "à haut risque".

Une quantité totale de 88 500 tonnes de déchets animaux est estimée pour l'année 1995, mais ces chiffres ne sont pas désagrégés pour séparer la part industrielle de celle des autres producteurs, comme les boucheries, l'agriculture, les vétérinaires et les particuliers. La quasi totalité des déchets animaux est valorisée sous forme de farine dans l'alimentation animale (en 1995 tout au moins), de nourriture pour carnivores, de fabrication de gélatine ou comme apport énergétique.

2.3.4.7. Déchets de papier, carton, verre, plastique

Les producteurs de papier, de carton, les industries graphiques, les fabricants d'emballage, les producteurs de verre, de produits verriers et de fibre de verre et les entreprises qui produisent ou transforment la matière plastique génèrent des déchets de pré-consommation de papier, carton, verre ou plastique. Il s'agit de rebuts ou de chutes de production ou de lots de production hors spécification.

Ces quantités restent cependant faibles par rapport aux déchets de post-consommation, récoltés notamment dans les parcs à conteneurs.

La quasi totalité de ces déchets générés par l'industrie est en outre recyclée en interne ou en tout cas récupérés dans le même secteur d'activités.

2.3.5. Etude de certains secteurs particuliers

2.3.5.1. La sidérurgie et les secteurs associés

La première étape dans la fabrication de l'acier est la cokéfaction, c'est-à-dire la distillation du charbon à haute température (1 000°C) et à l'abri de l'air. Le coke ainsi formé est constitué de carbone presque pur, il est exempt de matières volatiles et servira d'agent réducteur dans le haut fourneau.

Par tonne de coke produite, les déchets solides générés sont 34 kg de goudrons de houille et entre 6 et 12 kg de sulfate d'ammonium (Frenay et Michel, 1995). Ces substances sont issues des opérations d'épuration du gaz de four à coke, qui servira en interne à chauffer le charbon.

L'étape d'agglomération consiste ensuite en un frittage à haute température des particules de minerai et de produits divers à valoriser. Les fines et poussières générées sont recyclées dans le processus. L'agglomération valorise en outre une grande quantité de déchets internes à la sidérurgie (paille de fer, boues, poussières, ...). Cette étape ne génère en finale que peu de déchets solides : son problème se situe surtout au niveau de la pollution atmosphérique.

Le haut fourneau constitue l'étape fondamentale de la filière fonte : il est alimenté à son sommet par des couches alternées de minerai de fer et de coke. Le passage de gaz réducteurs est forcé par injection d'air à la base du fourneau.

Par tonne de fonte produite, le haut fourneau génère 300 kg de laitier, 45 kg de scories de désulfuration, 15 kg de poussière et 4 kg de boues^[pwd].

Le laitier est plus qu'un simple ballast issu de la gangue du minerai, il joue également un rôle métallurgique important en dissolvant la majeure partie du soufre introduit dans le fourneau, évitant de cette manière son passage dans la fonte où il constitue un élément nuisible. Il doit donc être considéré comme un "co-produit" obligé de la fonte (Frenay et Michel, 1995).

Typiquement, sa composition pondérale est la suivante :

- 40,5 % de chaux
- 35,4 % de silice
- 11,3 % d'alumine

- 10,2 % de magnésie
- 1,2 % de soufre
- 0,7 % de K₂O
- 0,5 % de FeO
- 0,4 % de MnO

Cette composition est appréciée par l'industrie cimentière qui le valorise, en le mélangeant au clinker Portland. Si l'intégralité du laitier peut ainsi être actuellement valorisée, une saturation est cependant à craindre à terme, car les quantités générées sont énormes : de l'ordre de 1,7 millions de tonnes par an.

La scorie est un résidu non métallique généré aux différentes étapes de l'affinage de la fonte et composé de silicates d'aluminium et de calcium. A l'état liquide, elle absorbe une grande partie du soufre contenu dans la charge du haut fourneau. Selon son mode de refroidissement, elle aura à l'état solide une structure cristalline (refroidissement lent à l'air) ou vitreuse et granuleuse (trempage). Dans les deux cas, elle peut en grande partie être concassée en fines particules et, elle aussi, réinjectée notamment dans les cimenteries. Le solde est mis en CET.

Dans leur mouvement ascensionnel au travers des couches alternées de coke et de minerai, les gaz de haut fourneau se chargent de nombreuses poussières. Ils doivent donc être purifiés avant utilisation.

Un premier dépoussiérage, par voie sèche (cyclonage), génère des poussières composées de 37 % de carbone, 35 % de fer, 5,5 % de silice, 5 % de chaux, 2 % d'alumine et 0,1 % de zinc. Elles sont en grande majorité recyclées dans le processus sidérurgique par réincorporation au mélange déposé sur les chaînes d'agglomération.

Le gaz est ensuite traité par voie humide. Un douchage à l'eau condense la vapeur d'eau et entraîne les très fines particules encore présentes. Cette opération produit une boue ne pouvant pas être recyclée. Elle est donc mise en CET non dangereux.

L'aciérie, quant à elle, constitue le dernier maillon de la filière fonte. Son rôle consiste à affiner la fonte issue du haut fourneau pour la transformer en acier liquide. Cette opération est obtenue par injection d'oxygène dans un réacteur, nommé convertisseur : elle génère environ 150 kg de scories oxydées par tonne d'acier élaborée.

Une grande partie est réincorporée dans les chaînes d'agglomération, mais une cinquantaine de kg (par tonne d'acier) de scories sulfureuses est mise en CET de classe 1, car celles-ci entraînent des risques de lixiviation des sulfures et donc de libération d'ions métalliques.

La filière électrique, basée non pas sur le minerai de fer, mais sur des ferrailles de récupération, génère également des scories (100 kg par tonne d'acier), pouvant intégralement être valorisées lors de la construction de routes ou la réalisation d'ouvrages de génie civil.

La filière électrique constitue une alternative récente à la filière fonte (hauts-fourneaux) de l'élaboration de l'acier. En termes environnementaux, il convient d'insister sur les différences profondes entre les nuisances induites par chacune des deux filières.

Toutes deux sont extrêmement énergivores, mais les gaz de haut-fourneau possèdent un potentiel énergétique énorme et sont utilisés comme tels dans une sidérurgie totalement intégrée. La filière fonte génère également moins de bruit.

En termes de déchets, la situation semble plus favorable à la filière électrique, ne fut-ce que parce qu'elle utilise des ferrailles de récupération. Mais elle se trouve surtout confrontée au problème de récupération et de gestion de ses poussières. La température importante (3000°C) régnant aux abords de l'arc électrique entraîne la volatilisation directe d'une partie des matières enfournées. Les éléments volatilisés se retrouvent dans les poussières, qui sont difficilement valorisables en sidérurgie (teneurs très élevées en zinc, notamment).

Les deux filières ne sont pas, dans la majorité des cas, des processus concurrents, mais conduisent à des produits complémentaires.

Faisant suite à l'élaboration de l'acier, les étapes de sa première transformation (coulée en continu, laminage à chaud, ...) produisent des pailles de fer et des calamines huileuses. Les premières sont recyclées à l'agglomération, les secondes sont traditionnellement mises en CET.

Le passage en fonderie peut être associé au secteur de la sidérurgie dans la mesure où il consiste en un moulage des métaux pour élaborer des pièces. Les déchets essentiels des fonderies sont les sables ayant servi à la confection des moules, dont la production annuelle wallonne est estimée à 40 000 tonnes ^[pwd].

Deux types de sables sont utilisés : les sables à liants minéraux (argiles, ciment, ...), peu nocifs pour l'environnement et les sables à liants organiques de synthèse, plus dangereux, car basés sur des résines phénoliques ou furaniques, des polyuréthanes, ... (sables chimiques à prise à froid) ou sur de l'urée-formol-phénol (sables chimiques à prise thermique). Une dizaine de pour cent seulement des sables de fonderie est valorisée en cimenterie. Le reste est traditionnellement mis en CET de classe 5.1 (mais 4 installations de ce type seulement sont autorisées à ce jour en Région wallonne), ou éliminé en dehors de la Wallonie. Certaines entreprises de fonderie introduisent néanmoins une procédure de déclassement de leurs sables de telle manière que, analyses à l'appui, ceux-ci puissent être considérés comme inertes et mis en CET de classe 3.

En outre, des filières de traitement des sables de fonderie se développent actuellement et devraient permettre, à brève échéance, de valoriser plus de 50% du gisement, essentiellement en génie civil.

2.3.5.2. Les entreprises de traitement de surface

Le traitement que l'on fait subir à une pièce, soit pour en modifier les propriétés superficielles, soit pour en améliorer l'esthétique, implique des techniques diverses qui vont du dégraissage ou du décapage à la galvanisation en passant par l'anodisation, l'émaillage, le grenailage ou encore par les revêtements électrolytiques.

Ces opérations n'impliquent qu'un petit nombre d'entreprises en Région wallonne, la plupart des ateliers de traitement de surface étant intégrés à des entreprises à vocation industrielle plus large (Degrez et Delvaux, 1995).

Les déchets essentiels de ces ateliers sont les boues provenant des fonds des bains de traitement, les déchets d'écumage, essentiellement dans les opérations de dégraissage (flocs d'huiles, graisses, ...), les rebuts métalliques, comme les déchets d'anodes et les pièces ratées, les déchets de démasquage des pièces (ex. : vernis pelables), les déchets d'outillage et les emballages.

Vu la diversité des entreprises et des opérations de traitement de surface, ces rejets sont difficilement quantifiables.

2.3.5.3. Le papier

Le secteur du papier peut être scindé en 3 parties, correspondant à 3 étapes de l'élaboration des papiers et des cartons : la fabrication de la pâte à papier, la production de papier et de carton et la transformation de ceux-ci en produits directement mis sur le marché.

Il faut en outre distinguer les déchets de pré-consommation (casses de production, découpe de rouleaux, etc.) des déchets de post-consommation (après utilisation par les consommateurs), qui ne constituent pas des résidus de fabrication et ne sont donc pas imputables à l'industrie papetière.

La fabrication de la pâte à papier génère des résidus de bois, puisque seule la cellulose en est extraite, mais ces déchets sont valorisés en interne pour fournir l'énergie de cuisson.

Cependant, les procédés d'extraction de la cellulose du bois, puis du blanchiment de la pâte, exigent la mise en œuvre de quantités importantes de produits chimiques, dont des produits chlorés, qui se retrouvent inévitablement dans les boues générées par la fabrication ou par l'épuration des effluents liquides.

Quant à la quantité de déchets de papier générée par les étapes de production et de transformation des papiers et cartons (déchets de pré-consommation), elle pouvait être estimée en 1995 à 58 000 tonnes ^[pwd].

Ces 58 000 tonnes de déchets représentent près d'un tiers de la quantité de papier/carton produite en Wallonie (206 000 tonnes en 1995).

Cependant, parmi ces déchets, 2 000 tonnes seulement sont imputables aux producteurs; 36 000 tonnes proviennent des transformateurs de papier/carton (emballage, papier domestique et sanitaire, papier à écrire, etc.) et 20 000 tonnes proviennent des imprimeries et des éditeurs ^[pwd].

Seule une petite partie (5 %) des déchets est mise en CET, le reste est récupéré.

Les prévisions pour 2010 seraient de 77 000 tonnes de déchets de pré-consommation ^[pwd], soit une augmentation très sensible, qu'il faut mettre en rapport avec la croissance du marché des papiers/cartons.

2.3.5.4. L'imprimerie

Outre les déchets de papier, déjà mentionnés au point précédent, les imprimeries génèrent des déchets spécifiques à chaque étape du processus : composition des épreuves, prémontage, développement, impression, finition et nettoyage.

Ces déchets sont connus, mais difficilement quantifiables : il s'agit des épreuves de contrôle, des papiers photographiques exposés, films, emballages, supports de nettoyage souillés.

Certains de ces déchets sont considérés comme dangereux. Les encres sont des composés chimiques de synthèse qui contiennent des solvants, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH); le gisement total de déchets dus à l'utilisation d'encres en Wallonie est estimé à 458 tonnes pour 1995 ^[pwd]. A ces déchets, il faut encore ajouter ceux qui sont générés par les opérations, internes à l'entreprise, de traitement de surface des cylindres. Les chiffons souillés contiennent souvent des solvants organiques chlorés et les déchets photographiques renferment des substances nocives telles que l'argent, l'aluminium, divers sels et composés soufrés.

2.3.5.5. La chimie

Le secteur de la chimie figure parmi les 3 principaux producteurs de déchets en Région wallonne, avec 931 kilotonnes en 1996, dont seulement 3 % de déchets dangereux, comme les acides, les bases, les solvants halogénés, les diluants, etc.

Certaines productions de substances chimiques génèrent davantage de déchets solides que d'autres : ainsi, la production d'acide phosphorique, déjà évoquée au point 2.3.4.4., engendre de très grandes quantités de phosphogypse, alors que celle d'ammoniac ne crée pratiquement que des pollutions liquides ou gazeuses.

Les principaux déchets générés par le secteur de la chimie sont des déchets minéraux, imputables pour la quasi totalité à la fabrication de produits chimiques inorganiques (autres que les engrais) et de produits chimiques organiques, dont les activités pétrochimiques, le plastique et le caoutchouc synthétique.

La parachimie, ou "chimie fine", qui concerne la production d'additifs (colorants, lubrifiants, stabilisateurs, thermodurcissables, ...), la fabrication de produits en plastique et l'utilisation industrielle de produits chimiques ne génère que 7 % des déchets de l'industrie chimique, alors que l'apport de la fabrication des engrais est quasiment négligeable (0,3 % du total).

2.3.6. Synthèse par secteur industriel

Le tableau 5 montre l'apport des secteurs industriels dans les diverses catégories de déchets. Seuls les secteurs principalement producteurs de déchets ont été retenus. Le tableau a été construit à partir des données de 1996 et de la nomenclature CEDSTAT des déchets ^[enq].

Les colonnes du tableau indiquent la participation relative de chacun des secteurs industriels au gisement dû à l'industrie uniquement.

	Sidérurgie	Minéraux non ferreux	Chimie	Minéraux non-métalliques	Alimentation	Papier	Fabrication métallique	Autres industries
Déchets de composés chimiques	+++			+				
Résidus d'opérations chimiques et physiques	++					++		
Déchets de préparations chimiques			++			++		+
Déchets biologiques infectieux			+++					
Déchets métalliques	+++						+	
Déchets non métalliques (collectes sélectives, tris)				+		+		++
Equipements hors d'usage							+++	
Lisiers et fumiers					+++			
Déchets animaux et végétaux					+++			
Déchets courants en mélange				+			+	+
Boues aqueuses ordinaires			++		++			
Déchets minéraux	++		+		+			

Tableau 5 : **Participation des secteurs industriels à la production des diverses catégories de déchets par rapport à la contribution totale des industries wallonnes.**

+ : de 15 à 30 %
++ : de 30 à 60 %
+++ : plus de 60 %

La prudence habituelle est donc de rigueur pour interpréter ce tableau, qui masque la contribution des activités non industrielles (par exemple, la part du gisement ménager de déchets non métalliques issus de collectes sélectives et de tris) et qui n'indique pas de quantités absolues.

Néanmoins, l'intérêt de cette présentation est de fournir une vision synthétique du classement des industries en fonction des types de déchets qu'elles génèrent principalement : la sidérurgie pour les déchets de composés chimiques et les déchets métalliques, la chimie pour les déchets de préparations chimiques, les déchets biologiques infectieux et les boues aqueuses ordinaires, l'alimentation pour les lisiers, fumiers, déchets animaux et végétaux et les boues.

Cependant, en rapportant ce tableau à la figure 4, qui reprend, pour l'année 1996, les quantités absolues de déchets générés par les différents secteurs industriels et la partie de ceux-ci qui fait l'objet d'une valorisation, on constate aisément que la grande majorité des industries wallonnes valorisent déjà la plus grande partie de leurs déchets et ne recourent aux installations d'élimination que pour une très faible proportion.

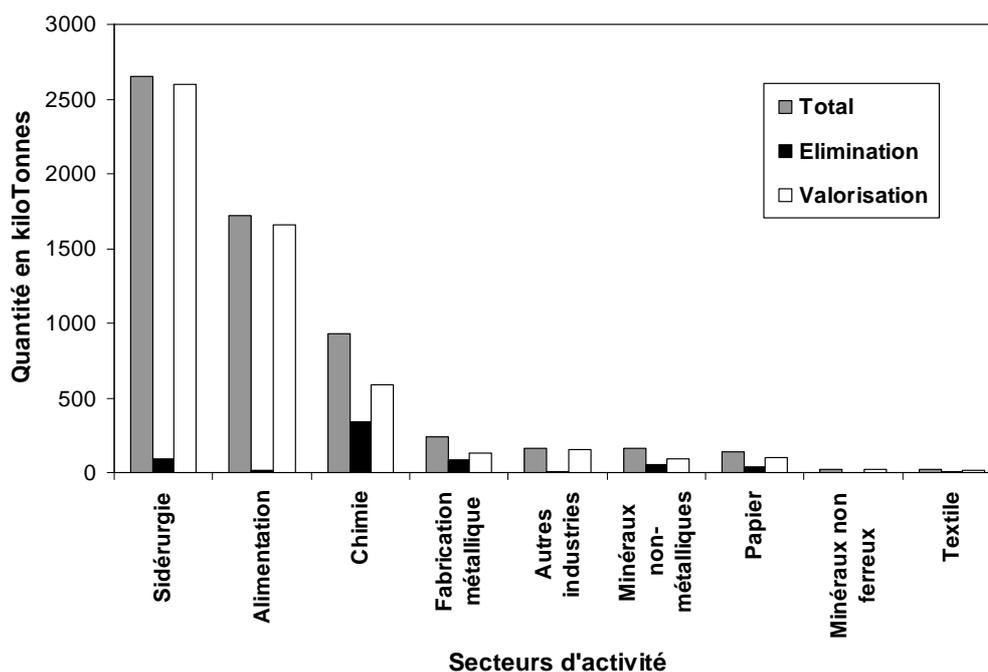


Figure 4 – Estimation des quantités totales, des quantités éliminées et des quantités valorisées de déchets générés en 1996 par les différents secteurs industriels en Région wallonne.

Source –inspiré des tableaux fournis dans Institut wallon, 1998.

La figure 5 représente ainsi la distribution par secteurs des estimations des seules quantités éliminées : les proportions, par rapport aux quantités totales (voir figure 1) sont modifiées, surtout pour la sidérurgie.

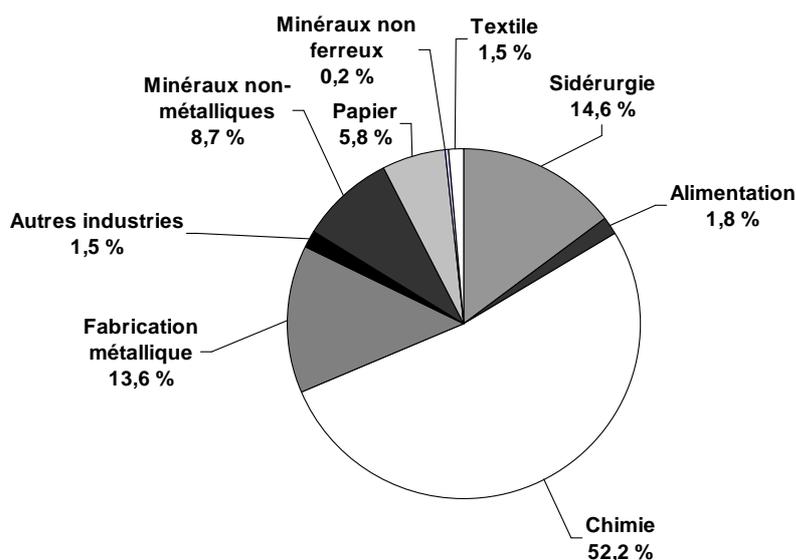


Figure 5 – Répartition par secteurs de la partie de déchets industriels éliminée.
Source –inspiré des tableaux fournis dans Institut wallon, 1998.

Bibliographie

Degrez, M., Delvaux, A., 1995. *Traitements de surface*. Document préparatoire à l'Etat de l'Environnement Wallon, fascicule "Industries".

DGRNE, 1995. Enquête 1995 sur les déchets industriels en Wallonie. Rapport DGRNE, 42 p.

Frenay, J., Michel, D., 1995. *Activités Sidérurgiques*. Document préparatoire à l'Etat de l'Environnement Wallon, fascicule "Industries".

Gouvernement Wallon, 1998. Horizon 2010 – Plan Wallon des déchets. Publication DGRNE, 612 p.

Helios, 1998. *Définition du déchet*. <http://helios.emse.fr/~brodhag/projelev/dechet12.htm>

Institut Wallon, 1998. *Enquête des déchets industriels en Wallonie – Données 95-96*. Rapport final de Convention avec la DGRNE.

Maystre, L.Y., 1994. *Déchets urbains – Nature et Caractérisation*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 219 p.

OCDE, 1998. *Examens des Performances Environnementales – Belgique*. Publication OCDE, 224 p.

Tyteca, D., 1994. *On the measurement of environmental performance in firms. Literature review and productive efficiency approach*. Resources for the future, Washington, DC, 1994, 36 p., Discussion Paper 94-28.

2.4. Sol

Le sol est un point de passage des polluants qui peuvent venir de l'air (dépôt de poussières), de l'eau, du process industriel (fuites, dépôt de matières premières) ou de dépôts de déchets. De même les contaminants du sol peuvent être relargués dans l'eau ou dans l'air (par évaporation, transformation en gaz ou explosion). La gestion des sols contaminés permet de prévenir la pollution de demain. Ainsi, dans l'eau de la Sambre, la plus grande partie de la pollution en cadmium provient d'un site désaffecté. Les effets de la pollution des sols sont particulièrement préoccupants en raison de sa rémanence pendant de nombreuses années. A moyen et à long terme, ils pourraient s'avérer bien plus importants qu'une exposition ponctuelle aux mêmes polluants. Les études des impacts globaux sur l'écosystème ou la santé humaine d'une pollution souvent mal identifiée ou constituée de mélange de polluants d'origines diverses sont presque impossibles à mener.

2.4.1. Dynamique des polluants

La dynamique des polluants dans les sols industriels contaminés peut être décrite en trois phases (Delbeuck, 1994).

La phase d'accumulation : les polluants s'accumulent dans le sol soit d'une façon ponctuelle, soit de manière continue.

La phase de pollution : les substances polluantes sont libérées dans les eaux souterraines, ou dans certains cas dans les eaux de surface, et contaminent les milieux environnants.

La phase finale : la pollution est stoppée soit par une stabilisation des polluants restants (qui peut être non définitive), soit par une disparition des polluants.

Le passage de la première phase à la seconde peut durer plusieurs années en fonction de divers paramètres.

Outre la teneur des polluants, les critères tels que les caractéristiques du sol (pH, proportion de matière organique, teneur en argile, flore présente,...) influent également sur la mobilité et la persistance du polluant, sa biodisponibilité et sa toxicité. Tous ces paramètres favorisent ou au contraire empêchent certaines transformations des polluants qui peuvent avoir lieu dans le sol. En effet, un polluant peut être immobilisé dans le sol, c'est à dire entrer dans la composition du sol, il n'est alors plus disponible pour les plantes, ni entraîné par l'eau dans la nappe phréatique. Certains sol présentent une forte capacité à retenir ainsi les polluants, ceux-ci étant alors non disponibles mais restant en quelque sorte « en réserve ».

Un des enjeux de l'assainissement des sols est de stabiliser les polluants afin d'éviter une contamination vers l'extérieur du site.

2.4.2. Sources d'information

Les connaissances sur les pollutions des sols en Région wallonne concernent surtout les sites désaffectés, notamment en raison de l'importante diminution de grandes industries, comme les sidérurgies, laissant derrière elles des terrains de taille importante pouvant être réutilisés.

Les connaissances et les données concernant les dépotoirs sont gérées par la cellule réhabilitation de l'Office régional Wallon des Déchets (OWD). La mise en place de ce service date de 1994 et fait suite à l'établissement d'une réglementation sur les déchets en 1991 (décret du 25 juillet 1991) puis d'un nouveau décret en 1992 plus adapté au problème des dépotoirs.

Parallèlement aux problèmes posés par les dépotoirs, la question des friches industrielles fait l'objet d'un intérêt croissant de la part des services de l'aménagement du territoire, notamment à cause des problèmes urbanistiques et esthétiques posés par les terrains désaffectés. Les services de la Direction de la Prévention des Pollutions gèrent en outre les diverses plaintes relatives aux dépôts de déchets et pour certaines unités, le sol. L'ensemble de ces données sont fiables mais non exhaustives, de plus, il est difficile d'en tirer des généralités car chaque site représente un cas particulier.

2.4.3 Préventions des pollutions

La prévention de la pollution des sols par les industries dans l'avenir sera le résultat des mesures prises pour la réduction de la pollution de l'eau, de l'air et par une meilleure gestion des déchets. Les audits conduits en entreprise permettent des économies et des réductions d'utilisation des matières premières, ainsi qu'une meilleure connaissance des conduites à tenir en cas d'accident ou de pollution accidentelle.

La mise en place de stations d'épuration au sein de l'industrie ou la récupération des eaux de process conduisent à une concentration des polluants dans des boues. La problématique est donc déplacée vers le devenir de ces déchets.

De plus, les problèmes posés par l'importance financière de la réhabilitation des terrains ont une incidence importante sur la prise de conscience des propriétaires de sociétés. En effet, la valeur mobilière des terrains figure dans les fonds propres souvent en bonne place. Or la pollution d'un sol peut faire baisser cette valeur de façon importante et la valeur de la société s'en retrouve amputée (Deckers, 1999).

2.4.4. Gestion du passé

La gestion du passé s'oriente selon deux axes : la gestion des SAED (sites d'activités économiques désaffectés) et la gestion des dépotoirs. Ces deux types de sites sont gérés par des administrations différentes (respectivement DGATLP et OWD) et généralement, le devenir des sites est variable. Les SAED, pour la plupart, sont appelés à être assainis ou réhabilités en vue d'une occupation ultérieure. Dans le cas des dépotoirs, le problème posé est surtout celui de limiter leurs effets sur l'environnement (confinement). Dans le présent fascicule, ils sont considérés parce qu'ils font partie des activités industrielles "traitement et stockage des déchets". Il faut donc les distinguer des sites industriels désaffectés. Cependant, dans les sites d'activités économiques désaffectés (SAED), se mélangent souvent la pollution par les activités industrielles elles-mêmes et la pollution par les déchets provenant des dépôts illicites après l'arrêt des activités.

2.4.4.1. SAED

La caractérisation, étape préalable à la réhabilitation, doit permettre la description du site et de son impact sur l'environnement.

Les potentialités de risques sont évaluées par une enquête approfondie prenant en compte :

- une étude historique, notamment les analyses de process industriels passés, cette étude permet de mieux définir les zones et d'orienter l'échantillonnage, mais aussi par exemple de retrouver les forages réalisés lors de la construction des bâtiments et donc d'avoir une première idée de la géologie du sous sol,
- une analyse des sources cartographiques et photographiques,
- des études préalables de terrain : données hydro-géologiques, pédologiques et phytosociologiques (la présence certaines plantes permettent de mettre en évidence des teneurs élevées en métaux lourds, Perrin et Impens, 1994),
- des analyses sur des échantillons d'eau, de sol et de gaz sont réalisées pour certains sites faisant l'objet d'analyses plus poussées.

Les résultats obtenus devront permettre de répondre aux questions concernant la localisation, la nature, et l'ampleur de la pollution éventuelle du sol, et d'étudier les risques actuels et futurs de migration et de transmission des polluants à l'écosystème ou à l'être humain.

L'état initial du site est établi sur base de prélèvements et analyses. Elle est délicate en raison de la difficulté de l'échantillonnage et du choix des méthodes d'analyse. Ces problèmes ont été mis en évidence en Wallonie mais aussi au niveau européen.

L'interprétation des résultats et le choix des points prélevés doivent être réalisés au cas par cas, en fonction des données acquises lors des phases précédentes de la caractérisation.

Une caractérisation plus poussée a été réalisée pour 133 sites (GEHAT-ULB, 1998). Parmi ceux-ci, 113 ont fait l'objet d'une première analyse des sols. Ces 113 sites permettent de présenter un échantillonnage représentatif de la contamination des sites en Région wallonne. En effet, le choix de ces sites a été réalisé de manière relativement aléatoire en fonction de la volonté des communes ou des administrations de disposer d'un sol et non en fonction de la dangerosité éventuelle.

Les analyses concernent un dosage des principaux minéraux et composés organiques (Dengis, 1994):

- screening des métaux lourds,
- dosage des cyanures et des phénols,
- dosages des principaux nutriments (nitrates, sulfates, phosphates,...),
- screening semi quantitatif des paramètres organiques volatils et semi-volatils,
- dosage des hydrocarbures.

Les différents sites soumis à investigation représentent des réalités très différentes et toutes les situations intermédiaires entre risque zéro et risque élevé. De nombreuses incertitudes persistent sur la présence de polluants ou sur leur répartition sur le site.

Le tableau 1 montre qu'un tiers des sites ne présentent aucune contamination. Les polluants les plus représentés dans les sols contaminés sont, dans l'ordre, les métaux lourds dans 25% des sites échantillonnés, les hydrocarbures et notamment les HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques). Les autres polluants échantillonnés sont le fluor et le NH_4^+ , des polychlorobiphényles (PCB) et les composés organiques.

Polluants trouvés	Nombres de sites concernés	Exemples de catégorie de sites concernés
Aucun	36	Agro-alimentaire, papeterie, carrière,....
Contamination limitée ex : huile	16	
Métaux lourds	29	Tannerie, Charbonnage, Acierie, Papeterie,...
Hydrocarbures ou/et HAP	21	Chimie, Bois
HAP	9	Chimie
Fluor et NH_4^+	1	
polychlorobiphényles (PCB)	1	Filature
Composés organiques	3	Tannerie
Contamination restant à évaluer	23	
Tableau 1 - Principaux polluants mis en évidence lors de la caractérisation de 113 sites en Région wallonne		
Source - DGATLP, 1998.		

Ces pourcentages sont indicatifs de la pollution par défaut des sites étudiés : certaines zones non échantillonnées pourraient contenir des polluants non répertoriés.

Suite à ces premières analyses, des compléments pourront être réalisés pour certains sites.

Les HAP sont des produits naturels de la combustion incomplète de composés carbonés et sont aussi présents en grande quantité dans le pétrole brut.

Le terme HAP regroupe plus de cent composés organiques, constitués d'au moins deux cycles carboniques, dits benzéniques. Un site contaminé renferme généralement divers HAP, leurs propriétés et leurs effets cumulatifs étant fonction de la combinaison d'HAP présents. Lorsqu'ils sont libérés directement dans l'atmosphère par la combustion, les HAP peuvent se fixer sur des petites particules et se déposer sur le sol. Leurs hautes teneurs dans les sites contaminés s'expliquent par l'exposition prolongée des sols et par la lenteur de la dégradation de ces composés.

La contamination des sols par les HAP implique celle des eaux et des sédiments. Ils ont tendance à s'accumuler dans la chaîne alimentaire et peuvent présenter des effets cancérigènes. Ces composés ont un effet toxique sur les poissons.

Comme pour les HAP, sous la dénomination PCB sont réunis un grand nombre de composés (209) qui ont en commun un noyau biphényle sur lequel un nombre variable d'atomes de chlore est fixé. Leurs propriétés et leurs effets toxiques sont variables en fonction du composé considéré. Ils sont souvent utilisés en mélange de plusieurs PCB ou même avec d'autres composés.

Les PCB ont été utilisés dans l'industrie du plastique (élastomères, adhésifs, peintures, vernis, encre,...) et dans les systèmes hydrauliques à cause de leurs excellentes qualités comme agents isolants.

Ces utilisations sont actuellement interdites par l'Arrêté Royal du 09/07/86 qui réglemente la détention et l'utilisation des PCB exclusivement comme isolant électrique dans des condensateurs et des transformateurs. Cependant, les PCB sont retrouvées actuellement dans les déchets industriels et ménagers contenant des plastiques, des produits provenant d'imprimerie ou des petits équipements électriques.

2.4.4.2. Dépotoirs

Le décret du 27 juin 1996 relatif aux déchets impose la remise en état de tout dépotoir, en ce compris un endroit sur ou dans lequel des déchets sont présents sans autorisation dans les dispositions légales en cours. Cette appellation implique que, soit le lieu de dépôt, soit le type de déchets déposés n'ont pas reçu d'autorisation.

Les étapes de la remise en état

La remise en état des dépotoirs comprend trois phases.

La première consiste en une caractérisation qui permettra la rédaction d'un plan de réhabilitation.

La réhabilitation constitue la deuxième phase et consiste en différentes opérations en vue de parer aux risques et nuisances engendrées par le site. Les étapes de cette remise en état varient en fonction des types d'usage prévus. Les terres contaminées, assimilées à des déchets, peuvent être enlevées. Le plus souvent on procède à un contrôle des nuisances par différentes opérations :

- Nuisances visuelles : reprofilage du site, mise en place de plantations,
- Pollution aquatique : création de barrière hydraulique, reprise et traitement des effluents aqueux,
- Pollution aérienne : reprise et traitement des effluents gazeux,
- Mise en place de structures et d'appareillage de contrôle.

La troisième phase, qui peut durer plusieurs années, est le suivi de l'évolution du site grâce aux structures en place.

Etat en Région wallonne

L'Office Wallon des Déchets assure trimestriellement le suivi des dossiers de réhabilitation. Deux voies sont possibles : la voie administrative, et la voie pénale (14% des dossiers). Cette dernière est appliquée par l'administration lors d'un refus de son interlocuteur d'introduire un dossier par la voie administrative (Ministère de la Région wallonne, 1999).

Fin 1998, l'OWD recensait 854 dossiers de sites faisant l'objet d'un dossier de réhabilitation. Une autre procédure simplifiée peut être appliquée lorsque la contamination constatée est de faible importance. Un tiers (36 %) des dépotoirs sont situés en province du Hainaut. Pour 39 d'entre eux, un plan de réhabilitation a été approuvé.

Pour l'ensemble de la Région wallonne, 34,8 % des sites sont en cours de réhabilitation ou déjà réhabilités. Parmi ceux-ci, la plupart (98,5%) ont reçu un accord pour une réhabilitation légère ou simplifiée. Les autres dossiers sont à différentes étapes de la procédure.

2.4.4.3. *Les objectifs de la remise en état*

La réhabilitation suit la phase de caractérisation quand la contamination est démontrée. Dans un premier temps, la loi de 1978 proposait une rénovation de tous les sites d'activités économiques désaffectés en ce compris une rénovation du cadre de vie, une remise en valeur de l'environnement et du cadre naturel. Le décret de 1995 a fait apparaître le concept d'assainissement, défini comme l'ensemble des travaux nécessaires à la suppression des causes empêchant la réutilisation d'un site ou constituant une nuisance en ce qui concerne l'intégration de ce site à l'environnement bâti ou non bâti. Ce concept ajoute aux contraintes d'ordre visuelles et paysagères, déjà existantes dans le concept de rénovation, des préoccupations d'ordre environnemental, et la prise en compte de la prévention des pollutions.

Le degré de réhabilitation dépend de la contamination observée mais aussi de l'affectation prévue pour le site (industrielle, habitat, zone de récréation). Tous les sites ne peuvent pas être assainis complètement pour permettre tous les usages. Cependant, il faut assurer un niveau minimum de réhabilitation, permettant de garantir au site une sécurité passive consistant en un contrôle des risques pour la nappe phréatique, l'homme et les biotopes environnants. Ces sites, assainis de façon partielle, pourront être utilisés pour de nouveaux usages industriels une fois garantie la sécurité des travailleurs et de toutes les personnes impliquées dans les travaux d'assainissement.

Le problème de la rénovation des sites est principalement d'ordre économique, en effet les méthodes telles que lavage des sols ou traitement thermique sont très chères.

2.4.4.4. *Normes de décontamination*

Depuis la mise en place des différentes législations, aucune norme de décontamination ou de seuils de contamination n'a été mise en place en Région wallonne. Les normes de la Région flamande et des pays étrangers, tels que la Hollande ou le Canada, sont alors utilisées comme points de repère par les différents intervenants. Cependant, la philosophie de ces différentes approches est variable (Nicolas et al., 1996):

- *La première approche* (préconisée principalement aux Pays-Bas) a comme objectif de réhabilitation d'aboutir à une situation pédologique proche du sol "naturel" et de rendre le site à nouveau compatible avec tous les usages (de la zone agricole à la zone d'habitat) : stratégie de multifonctionnalité des sols.

- *La deuxième approche* (développée initialement au Royaume Unis, puis au Canada et en Allemagne) a pour objectif non plus de retrouver un sol naturel mais d'aboutir à un sol suffisamment propre en tenant compte de l'affectation future du terrain.

La première approche nécessite notamment de connaître les teneurs en polluants des sols hors contamination par l'industrie.

Dans le but d'avoir quelques valeurs de référence, certaines études comparent les teneurs des quelques polluants dans les sols agricoles en différents points de la Région wallonne (OWD, 1999). Ces études montrent une grande disparité entre les teneurs en métaux lourds, qui peut s'expliquer par la géologie et par la diversité des apports anthropiques. Il est donc impossible de définir des valeurs « normales » des teneurs en métaux lourds des sols, valables pour l'ensemble de la Région wallonne.

Des normes d'assainissement sont entrées en vigueur le 29 octobre 1995 (décret du 22/02/95 MB 29/04/95). Bien que n'ayant pas de valeur légale en Wallonie (non transposées en Région wallonne), elles constituent une base de travail intéressante.

A titre indicatif, les normes d'assainissement du sol utilisées en région flamande sont présentées dans le tableau 2. Ces normes s'appliquent à un sol standard ayant une teneur en argile de 10% (sur les composants minéraux) et une teneur en matière organique de 2% (sur sol sec). Elles s'appliquent à la partie fixe de la terre et aux eaux souterraines. Les contraintes sur les deux catégories devant être respectées.

type de destination	La partie fixe de la terre (mg/kg de matière sèche)					eaux souterraines (µg/l)
	I *	II*	III *	IV *	V *	
<i>métaux lourds</i>						
arsenic	45	45	110	200	300	20
cadmium	2	2	6	15	30	5
chrome	130	130	300	500	800	50
cuiivre	200	200	400	500	800	50
mercure	10	10	15	20	30	1
plomb	200	200	700	1500	2500	20
nickel	100	100	470	550	700	40
zinc	600	600	1000	1000	3000	100
<i>composés organiques</i>						
benzène	0.5	0.5	0.5	1	1	10
toluène	5	5	15	135	200	700
éthylbenzène	1.5	1.5	5	25	70	300
xylène	3.5	3.5	15	70	190	500
styrène	0.5	0.5	1.5	6	13	20
naphtalène	3	3	20	160	320	120
benzo(a)pyrène	0.5	0.5	0.5	1	6.5	0.05
fénanthrène	0.5	0.5	3.5	3.5	300	0.5
fluoranthène	2.5	2.5	40	40	270	0.5
benzo(a)anthracène	4	4	35	50	350	0.5
chrysène	7	7	400	400	800	1
benzo(b)fluoranthène	1	1	55	55	350	0.5
benzo(k) fluoranthène	1	1	55	55	350	0.5
benzo(ghi)pérylène	3.5	3.5	35	50	350	0.05
indéno(1.2.3-cd)pyrène	0.5	0.5	35	50	350	0.05
Hexane	1	1	1	6.5	10	180
heptane	25	25	25	25	25	3000
octane	75	75	90	90	90	600
huile minérale	1000	1000	1000	1500	1500	500
<i>solvants chlorés</i>						
1.2-dichloroéthane	0.035	0.035	0.075	1.1	4	30
dichlorométhane	0.13	0.013	0.35	3.5	3.5	20
tétrachlorométhane	0.02	0.02	0.02	0.85	1	2
tétrachloroéthylène	0.7	0.7	1.4	30	35	40
trichlorométhane	0.02	0.02	0.02	0.55	0.55	200
trichloroéthylène	0.65	0.65	1.4	10	10	70
chlorure de vinyle	0.02	0.02	0.02	0.15	0.35	5
monochlorobenzène	2.5	2.5	8	30	40	300
1.2-dichlorobenzène ⁴	35	35	110	690	690	1000

1.3-dichlorobenzène ⁴	40	40	140	750	1260	1000
1.4-dichlorobenzène ⁴	4	4	15	80	190	300
trichlorobenzène ⁵	0.5	0.5	2	20	80	20
tétrachlorobenzène ⁵	0.1	0.1	0.3	6.5	275	9
pentachlorobenzène	0.5	0.5	1.3	65	385	2.4
hexachlorobenzène	0.05	0.05	0.1	8	55	1
type de destination I : zones à vocation naturelle ou forestière						
type de destination II : zones à vocation rurale, agricole ou touristique						
type de destination III: zones d'habitat						
type de destination IV : zones de récréation ou de parc						
type de destination V : zones industrielles						
Tableau 2 - Normes d'assainissement du sol en région flamande						
Source - Nicolas et al., 1996 d'après décret du 22/02/95 (MB 29/04/95)						

2.4.5. Etude de cas

Selon, Mr Deckers, directeur Environnement à Cockerill Sambre (Deckers, 1999), les grandes entreprises sont confrontées au problème des sols contaminés de différentes manières, d'un part lors de l'achat de terrains lors de leur développement, d'autre part par la pollution des terrains dont ils sont déjà propriétaires.

L'industrie sidérurgique est une activité ancienne représentative d'une époque où les préoccupations environnementales étaient laissées au second plan. La grande quantité de déchets produite par la sidérurgie était laissée à proximité des lieux d'exploitation sans précaution particulière jusqu'à la mise en place de législation sur la catégorisation et la mise en décharge des déchets dans les années 80. Les terrains n'étant plus exploités rejoignent donc la catégorie des anciennes décharges. Le maintien en exploitation de ces sites nécessite un assainissement.

Les sites peuvent aussi être contaminés suite à l'exploitation passée (fuites et débordement de réservoirs, incidents pendant le stockage ou le transfert des produits dangereux, ou à des retombées de poussières...). C'est le cas notamment des cokeries ou des usines à gaz où une quantité importante d'hydrocarbures est produite.

Exemple n°1 : Assainissement d'un site de décharge pour poursuivre son exploitation

Ce site de 50 ha a été utilisé depuis le début du siècle comme site de déversement des déchets des industries charbonnière et sidérurgique. La nouvelle demande d'exploitation a permis la réalisation d'une étude géologique et hydrogéologique du site ainsi que la caractérisation de la pollution du sous-sol et des nappes phréatiques adjacentes.

Ces études ont conduit à la mise en place de systèmes permettant d'une part d'éviter une nouvelle pollution du sous-sol et des nappes phréatiques (étanchéité de base, récupération et traitement des percolats avant leur rejet en eau de surface,..) et d'autre part de limiter le risque de diffusion de la pollution déjà présente dans le sous sol. Dans ce but, le site a été rendu étanche par rapport à son environnement (drain et mur emboué) et certaines parties, notamment les masses grasses, susceptibles de produire de nouvelles pollutions, ont été extraites et traitées.

Exemple n°2 : Assainissement d'une ancienne décharge

Ce site de 180 ha a vu, outre des déchets sidérurgiques, l'apport de déchets d'industries voisines et a été fermé définitivement en 1987.

L'apparition de percolats basiques a provoqué une dégradation de la flore en aval et des plaintes des riverains.

A la suite d'études géologiques et hydrologiques permettant de déterminer la migration possible des polluants, l'assainissement a été réalisé en installant un drain s'étendant jusqu'à la couche étanche permettant de dévier les eaux basiques jusqu'à un égout public au pied du terri.

Exemple n°3 : Assainissement de sites d'usine à gaz

Les usines à gaz sont souvent situées à proximité des consommateurs : grandes agglomérations ou industries.

Les problèmes posés dans les usines à gaz sont de deux ordres :

- exposition par inhalation, ingestion ou contact dermique des hydrocarbures,
- contamination des eaux souterraines.

La limitation du risque par confinement de la pollution et mise en place d'une barrière hydraulique est souvent préconisée.

Exemple n°4 : Rachat de sociétés

Par l'acquisition d'un terrain appartenant à une société, le nouveau propriétaire acquiert également les charges et devoirs de cette société. Un audit préalable à la vente mettant en évidence les pollutions du sol doit donc être réalisé dans l'intérêt de l'acquéreur.

Lors de l'achat d'un terrain par Cockerill Sambre, cet audit a permis de mettre en évidence, sur un site n'ayant pas fait l'objet d'activités industrielles, une pollution par les déchets d'une cokerie située à proximité. Ce terrain, ainsi que la cokerie, étaient recouvertes par 4 mètres de remblais.

Bibliographie

Avril, C., Miller, J., Rasumny, C., 1994. *Contamination des sols in* Etat de l'environnement wallon 1994. Ministère de la Région wallonne, Direction Générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, volume 1, pp 54-65.

Dengis, P., 1994. *Caractérisation in* La rénovation des friches industrielles - Une procédure interdisciplinaire de diagnostic. CHST - ISSeP - SORASI. 17 novembre 1994.

Delbeuck C., 1994. *La situation actuelle en Wallonie et son avenir juridique.* In Colloque européen « Sites industriels contaminés désaffectés » Liège – 25 novembre 1994.

Deckers B., 1999. *L'expérience d'un industriel confronté à la problématique des sites pollués.*

GEHAT-ULB, 1998. Liste des sites analysés depuis 1992 Document de travail 10/02/98

Miller, J., Rasumny, C., 1994. *Réhabilitation des sites contaminés in* Etat de l'environnement wallon 1994. Ministère de la Région wallonne, Direction Générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, volume 1, pp 89-98.

Ministère de la Région Wallonne, Office Wallon des déchets, 1999. *Réhabilitation des dépotoirs et assainissement des sols : le point sur la situation de Région wallonne et ses perspectives d'évolution.* Ministère de la Région wallonne, version au 14 juin 1999.

Nicolas J., Bauraing E., Guyon F., Scholtes P., 1996. *Convention : Conception et expérimentation d'une méthodologie pour l'identification et l'évaluation des incidences d'un projet sur l'environnement. Partie "Normes et Mesures" Volume 2 : Normes et références.* Rapport final.

Perrin D., Impens R., 1994. *Rôle de la botanique dans la caractérisation des friches industrielles.* In Colloque européen « Sites industriels contaminés désaffectés » Liège – 25 novembre 1994.

2.5. Le bruit et les vibrations

2.5.1. Sources et pertinence des informations

Un certain nombre d'études ponctuelles, dont les Etudes d'Incidence sur l'Environnement, incluent un chapitre "Bruit" duquel une information partielle et très spécifique sur les émissions sonores industrielles pourrait être extraite.

Mais il n'existe aucune globalisation de ce type d'information au niveau de la Wallonie et il est par conséquent impossible d'évaluer les émissions sonores pour l'entièreté du territoire wallon.

De même, aucune mesure systématique du bruit à l'immission n'est mise en œuvre actuellement en Région Wallonne. La variable proposée dans l'inventaire Eurostat est le pourcentage de la population soumise à un niveau acoustique donné, résultant d'une activité particulière. En pratique, seuls les aéroports ont fait l'objet d'un inventaire dans ce sens.

Quant aux vibrations, elles ne font que très rarement l'objet de mesures et ne sont abordées que dans le cadre d'études très spécifiques, comme celles relative aux carrières ou au trafic ferroviaire.

2.5.2. Sources de bruit dans l'industrie

Le son est une variation cyclique de la pression régnant dans l'atmosphère, perçue par l'oreille et stimulant le sens de l'audition. Cette onde acoustique est due à une variation d'énergie, développée par une force : coup de marteau, vibration d'une machine, d'un haut-parleur, ...

Le terme "bruit" s'applique aux sons indésirables parce que discordants, stridents, trop intenses ou irritants.

Les sources de bruit dans l'industrie sont nombreuses et variées :

- bruits continus de ventilateurs, de moteurs, de convoyeurs à rouleaux ou à bande, de concasseurs, ...
- bruits discontinus de véhicules, de ponts roulants, de compresseurs, ...
- bruits impulsionnels dus à des chocs métalliques, des tirs de mines, des engins de battage, des marteaux, des chutes de produits collectés dans des récipients, ...

Le bruit peut provenir d'un engin en activité, comme un compresseur, ou être généré par des équipements annexes, par exemple les systèmes hydrauliques ou les conduits d'air.

La source peut être ponctuelle, comme c'est le cas pour un équipement isolé, mais elle devient surfacique, et donc plus diffuse, lorsque la vibration mécanique d'une machine est transmise aux parois d'un bâtiment industriel, qui réémet un bruit sourd, généralement à basse fréquence. De manière générale, une source, même surfacique, devient ponctuelle lorsqu'elle est vue à une distance suffisamment grande par rapport à ses dimensions. Enfin, les sources sont mobiles dans le cas de véhicules en mouvement.

2.5.3. Sources et nature des vibrations dans l'industrie

Les vibrations sont des ondes de choc transmises par les solides et les liquides, par opposition au bruit qui est le plus souvent transmis dans l'air.

Pour être considérée comme une nuisance pour l'environnement, la vibration doit être d'une intensité suffisante pour engendrer des effets mécaniques significatifs pouvant compromettre l'intégrité des constructions, la stabilité des terrains ou la sécurité des personnes.

Dans cet esprit, certaines machines, tronçonneuses ou bandes transporteuses n'ont qu'un impact local sur le lieu de travail, alors que d'autres activités industrielles, minières notamment, constituent des sources de vibrations beaucoup plus gênantes pour les riverains.

La vibration peut être générée volontairement, pour réaliser un travail utile, comme dans les convoyeurs de composants, les compacteurs de béton, les marteaux pneumatiques et les batteurs de pieux.

Dans les chaînes de production, les vibrations induites sont en général parasites, elles sont dues à des jeux et des contacts de roulement ou de frottement entre les différentes parties des machines, ainsi qu'aux effets des forces non équilibrées dans les éléments en rotation. Fréquemment, des vibrations d'amplitude insignifiante peuvent exciter les fréquences de résonance de certaines autres parties et se trouver ainsi amplifiées considérablement (BRUEL & KJAER, 1983).

En matière de nuisance environnementale, la transmission de la vibration dans le sol par les ondes de surface a une importance primordiale, par rapport à celle due aux ondes longitudinales ou de compression (compression – dilatation dans le sens d'avancement de l'onde) et aux ondes transversales ou de cisaillement (perpendiculaires à la direction de l'onde), davantage étudiées en prospection sismique.

Les vibrations sont susceptibles d'endommager les constructions : briser les vitres, créer des fissures ou faire tomber certaines parties sensibles d'édifices (cheminées, ...).

Elles peuvent avoir des effets sur la stabilité des sols, impliquer des risques pour les canalisations enfouies, notamment les canalisations de gaz, ou encore dérégler des équipements (ordinateurs, instruments de mesure ou de contrôle).

2.5.4. Réglementation concernant le bruit des établissements industriels

A l'heure actuelle, en Région wallonne, en matière de bruits industriels, des actes d'autorisation individuelle sont délivrés aux entreprises, en vertu du RGPT et de certaines législations spécifiques, comme celles relatives aux mines et aux carrières.

En l'absence de norme réglementaire à caractère général, les limites de niveaux de bruit émis dans l'environnement applicables à une entreprise figurent donc dans les conditions d'exploitation reprises dans son autorisation d'exploiter.

Cependant, une proposition de nouvelle réglementation sera prochainement d'application. Elle fixera des normes à l'immission, plutôt qu'à l'émission, le critère étant de minimiser la proportion de la population riveraine gênée par le bruit. Un avantage de cette approche est de ne pas pénaliser l'entreprise qui a décidé de s'implanter en dehors des zones d'habitat.

Les limites seront déterminées en fonction du type d'établissement (nouveau ou existant), de sa situation, de la période de référence (jour, soir, nuit) et de la zone d'immission (zone d'habitat, zone rurale, zone industrielle).

Elles s'appliqueront au niveau acoustique équivalent pondéré ($L_{A_{\text{éq}}}$) mesuré sur une heure, à proximité des habitations ou aux points considérés comme les plus sensibles, éventuellement corrigé pour tenir compte de la gêne particulière induite par des bruits purs (de fréquence unique) et les bruits impulsionnels. Afin d'appliquer la norme au bruit particulier engendré par l'entreprise, on déduira du $L_{A_{\text{éq}}}$ mesuré la part du bruit ambiant résiduel, non imputable à l'entreprise.

La valeur limite à retenir est de 50 dB(A), applicable en zone d'habitat ou en zone rurale durant la journée. Cette valeur est réduite à 40 dB(A) en période nocturne (de 22 H à 6 H) et est portée à 55 dB(A) durant la journée en zone industrielle ou dans certaines zones d'habitat

situées à une distance de moins de 500 m de la zone industrielle, afin de tenir compte de la situation historique d'un tissu industriel implanté en région fortement urbanisée. Enfin, pour les établissements existants, ayant reçu une autorisation d'exploiter avant le 1^{er} janvier 1998, une tolérance de 5 dB(A) est acceptée par rapport aux valeurs limites.

Ces limites placent la Wallonie dans la moyenne européenne : seul le Vlarem impose en Région Flamande des normes d'environ 10 dB(A) plus sévères, qui s'avèrent parfois inapplicables.

Ces limitations seront imposées dans le cadre de la mise en œuvre du permis d'environnement accordé à l'entreprise.

2.5.5. Références utiles

A titre de repères utiles, le tableau 1 reprend les distances à respecter par rapport à certaines activités industrielles pour assurer le respect d'un niveau sonore inférieur à 55 dB(A) en moyenne. Ces distances proposées dans le rapport d'une étude hollandaise (DHV, 1977) doivent cependant être considérées avec précaution : il s'agit simplement de repères permettant de situer qualitativement l'ampleur des nuisances potentielles d'une activité industrielle. Ces distances devraient, bien entendu, être modulées au cas par cas.

Type d'activité	Distance (m)
Séparation d'air	400
Métallurgie lourde	200/400
Usines pétrochimiques	400
Grandes entreprises chimiques	400
Production de fibres artificielles	200
Raffineries de pétrole	400
Cokeries	400
Chantiers de construction	200
Faïenceries	200
Chantiers navals	200/400
Concassage et traitement des minerais	200
Centrales électriques	200
Incinérateurs de déchets ménagers	200
Stations de transformateurs	100
Forges, fabriques de chaînes	200
Construction automobile et de moteurs	100
Bancs d'essais de moteurs, turbines	200/400
Grosses scieries (ouvertes)	100
Gravières, sablières, carrières	200
Cimenteries et production de béton	200
Laminaires, tréfileries	200
Construction de matériel ferroviaire et de tramways	200
Chaudronnerie	200
Sablage, grenailage	100
Verreries	100
Papeteries	200
Stations de compresseurs à gaz	100
Puits d'exploitation de gaz naturel	100
Sucreries et raffineries de sucre	200
Entrepôts et aires de stockage	200
Station de mesure et de réglage de pression de gaz	50
Carrosserie et construction de remorques	100
Installations de préparation d'asphalte	50
Production de "carbon black"	200
Usines à électrodes de carbone	100
Circuits de compétition (sports moteurs, modélisme)	200
Fabriques de farine de pommes de terre	200
Cartonneries	200

Usines de tissage	100
Filatures	100
Corderies	100
Bouteilleries, lavage de bouteilles	100
Taille, sciage et meulage de pierres	200
Imprimeries utilisant des rotatives	50
Conserveries	100
Installations d'épuration des eaux usées	100
Entreprises de transport	50
Fabrication d'aliments pour le bétail	100
Compactage d'épaves de véhicules	200
Huileries	100
Laiteries	100
Usines d'emballages	100

Tableau 1 bruit : Distances-repères suggérés en fonction des activités industrielles

2.5.6. Etudes de quelques cas particuliers

2.5.6.1. Métallurgie

La sidérurgie est responsable de certaines nuisances sonores, dont celles induites par les gros ventilateurs de cuisson et de refroidissement, et par ceux de dépoussiérage d'ambiance, ainsi que celles des fours à arc et des mises à l'air du gaz.

L'entreprise Cockerill Sambre à Charleroi, implantée à quelques centaines de mètres à peine des quartiers résidentiels de Marcinelle et de Marchienne, est très sensible aux problèmes de nuisances sonores dans la population riveraine. Elle a dès lors pris une série de dispositions pour améliorer la situation. En 1986, elle a signé une Charte avec les autorités de la ville de Charleroi et la Région wallonne afin de garantir un niveau de bruit maximum. Pour atteindre ces objectifs, elle a placé des silencieux sur certains ventilateurs et modifié les rotors de certains autres. En jouant notamment sur les fréquences de rotation et sur le nombre de pales, la nuisance acoustique a pu être minimisée.

Au début des années 90, Cockerill Sambre a mis en place un système d'auto-surveillance du bruit dans la ville de Charleroi. Par des mesures et des analyses périodiques des niveaux sonores dans l'environnement, et par l'identification rigoureuse de chaque source de bruit, l'entreprise peut suivre l'évolution de la nuisance sonore, proposer le cas échéant des solutions de réduction des émissions et mieux argumenter lors des rencontres avec les plaignants (COCKERILL, 1998).

Dans les fonderies, les nuisances sonores restent limitées. Elles sont principalement relatives

- aux opérations de chargement et de manutention des matières premières;
- au fonctionnement des réacteurs de fusion (cubilots et fours électriques);
- aux opérations de décochage (extraction de la pièce brute du moule) et de grenailage (nettoyage des particules adhérent à la pièce).

Les autres sources secondaires sont principalement constituées des ventilateurs d'aspiration des différents gaz, ainsi que de la chaîne de production en elle-même.

2.5.6.2. Pétrochimie

La zone de Feluy Nord appartient à un vaste parc industriel qui comprend les zones de Seneffe-Manage, de Feluy Nord, de Strépy-Bracquegnies, de Houdeng-Goegnies,

d'Ecaussinnes et de Familleureux. Elle a une vocation pétrochimique, puisqu'elle a été créée pour accueillir une raffinerie, une plate-forme pétrochimique et diverses usines pétrochimiques dépendantes de la plate-forme. Les entreprises présentes, ALBEMARLE, AMOCCO, MONTEFINA et PANTOCHIM, ont fait réaliser des études annuelles visant à la connaissance du milieu, notamment en matière de bruit, autour de la zone de Feluy Nord (VERHEVE, 1993-1996).

Le secteur pétrochimique n'est pas particulièrement réputé pour le bruit qu'il génère. Excepté une torchère sur l'un des sites d'exploitation, c'est surtout le trafic de véhicules personnels, de camions et de wagons qui est responsable des niveaux moyens de pression acoustique mesurés. En règle générale, ces niveaux restent acceptables, sauf en certains points où la mesure est influencée par le bruit du trafic sur l'autoroute proche.

2.5.6.3. Carrière

Dans une exploitation de carrière, les émissions sonores et les vibrations sont générées :

- par le charroi interne résultant des travaux de manutention des matières stockées, des manœuvres et de la circulation des véhicules (camions, wagons, ...) transportant les matériaux,
- par les engins et le matériel de chantier utilisés pour les travaux d'excavation,
- par les tirs de mines : effectués dans certaines carrières seulement, ils sont en général bien maîtrisés par les carriers.

Le choix du système d'amorçage (avec micro-retards) permet de fragmenter la charge et de limiter les nuisances vibratoires et acoustiques (FUL, 1995). Certains systèmes, comme les cordons détonant de surface génèrent plus de bruit qu'un système à initiation ponctuelle par le pied.

Des dispositifs de type poussières, cutting de forage, ... recouvrant les cordons peuvent alors atténuer l'effet des vibrations et des émissions sonores.

Un aménagement et un choix de la période de tirs (pas de vent violent et soufflant vers les zones habitées, choix de périodes pluvieuses, ...) permet de limiter les nuisances, de même qu'une rationalisation des objectifs d'abattage en fonction des besoins et qu'un aménagement du phasage d'exploitation (localisation des fronts de taille et de la progression de l'abattage en fonction des caractéristiques de l'environnement récepteur).

- par les installations de traitement : certains types d'installations (cribleurs et concasseurs) sont susceptibles d'engendrer des vibrations mécaniques. Dans ce cas, les puissances acoustiques sont en général connues ou facilement accessibles (fiches du constructeur).

2.5.7. Nuisances acoustiques à l'immission

Les plaintes de la population se rapportent essentiellement à ce qui est perçu par les sens de l'homme : c'est vrai en matière de bruit, et cela se confirme pour les nuisances olfactives (cfr chapitre 2.6). La figure 2 du chapitre 2.6 indique que, pour 1998, dans la région de Mons, 21 % des plaintes concernant les industries sont relatives au bruit.

Cette proportion est de 9 % dans la province de Liège, cette fois pour l'ensemble des sources (industries, commerces, agriculture, ...) et l'ensemble des interventions de la DPE (plaintes, contrôle, avertissement, ...). Elles sont essentiellement relatives à l'arrondissement de Liège proprement dit.

Leur répartition est illustrée sur la figure 1 pour la période 1994-1998.

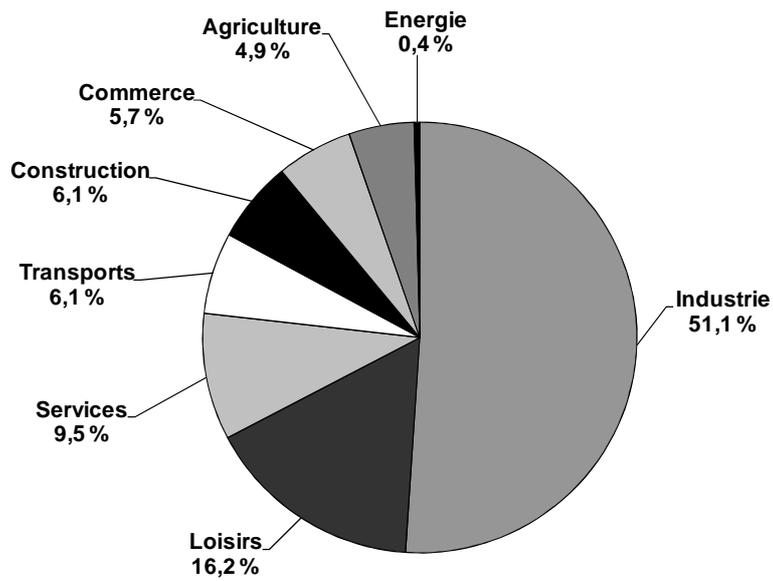


Figure 1 - Répartition des interventions de la DPE de Liège durant la période 1994-1998 en matière de bruit.

Source - DPE, Liège, 1999.

Sous l'appellation "Industrie", qui est responsable de la moitié des interventions, sont inclus également les ateliers de chaudronnerie, de soudure, de menuiserie, de taillage de pierre, ... Les "Loisirs" comprennent les dancings, stands de tirs, salles de spectacles, chenils, ... Les "Services" font référence à l'administration et aux écoles, mais également aux garages. Le "Commerce" reprend les cafés, boulangeries, ainsi que le secteur horeca. La "Construction" implique notamment les chantiers et "l'Agriculture" concerne surtout l'élevage.

2.6. Odeurs

2.6.1. Sources et pertinence des informations

A part quelques études ponctuelles menées autour de sites générateurs de nuisances olfactives, il n'existe aucune donnée concernant des mesures ou des estimations systématiques des odeurs dans l'environnement.

L'odeur étant généralement une nuisance locale, il est pratiquement inconcevable d'imaginer un réseau de mesure en Wallonie qui rende compte des pressions anthropiques sur l'ambiance olfactive, de manière globale. Il serait peut-être justifié néanmoins de concevoir un observatoire olfactométrique, faisant appel à des panels de personnes, autour de grands projets ou d'entreprises importantes, connues pour leurs mauvaises odeurs.

Ainsi, un tel observatoire a été initié en France autour de la station d'Achères, qui est la plus grande usine européenne d'épuration des eaux usées et qui gère toutes les eaux des égouts parisiens (PENOT ET RAMEL, 1996).

Un tel réseau de surveillance devrait comporter les éléments suivants :

- une station météorologique;
- des appareils de prélèvement d'échantillons d'air qui sont analysés ultérieurement en laboratoire pour déterminer les concentrations des principaux composés odorants et leur évolution dans le temps;
- un panel de personnes qui évaluent périodiquement la gêne olfactive;
- un inventaire des plaintes du grand public.

A l'émission, aucune donnée n'est disponible sur le caractère olfactif des gaz rejetés dans l'atmosphère par les entreprises. A défaut d'information explicite sur les émissions réelles, il faut se contenter de réaliser un inventaire des entreprises susceptibles de générer des effluents gazeux odorants sur base des substances manipulées ou des procédés connus pour émettre une odeur.

La base de données d'entreprises principalement exploitée dans ce chapitre est celle de l'ONSS, qui répertorie les sièges d'exploitation par code NACE.

Le critère utilisé pour caractériser la taille de l'entreprise est celui de l'emploi, qui n'est probablement pas le meilleur pour évaluer la potentialité du site à émettre une odeur.

Les informations restent donc très qualitatives, mais, à défaut de données d'émission, elles permettent d'apprécier l'ampleur possible du problème des odeurs industrielles en Région wallonne.

2.6.2. Nature et origine des odeurs industrielles

L'odeur résulte de l'interaction entre les molécules présentes dans l'air ambiant et la muqueuse olfactive. Même si elle n'est que rarement la manifestation d'émanations toxiques, la nuisance qui en résulte n'en n'est pas moins appréciable. Elle constitue une gêne réelle, elle a un impact sur la qualité de la vie des individus, et même sur leur santé (modification des fonctions olfactives, dépression, nausées, troubles du sommeil, perte de l'appétit).

Pour s'en convaincre, il suffit d'inventorier les plaintes de la population : les nuisances perçues par les sens de l'homme, et notamment les odeurs, figurent parmi celles qui sont le plus souvent évoquées par les riverains d'exploitations agricoles ou industrielles.

L'odeur peut être due à des corps présents naturellement dans l'effluent du processus, comme les composés soufrés d'une papeterie, ou à des transformations résultant de fermentations anaérobies, comme les équarrissages, et de décomposition thermique de composés organiques, comme les fonderies.

Les sources potentielles d'odeurs dans une unité industrielle peuvent être très diverses :

- les effluents gazeux canalisés, les événements : l'odeur peut être très intense, surtout à proximité immédiate des orifices;
- les émanations diffuses provenant d'ouvrages de grande dimension : l'odeur est intrinsèquement peu intense, mais son impact peut être important en raison de la surface libre;
- les opérations annexes, de nettoyage, de purge, de mouvements de matériaux stockés, ... et les incidents d'exploitations : la durée d'émission est en général réduite, mais la nuisance est amplifiée par son caractère inhabituel;
- les eaux chargées en composés volatils : elles sont des vecteurs d'une odeur qui se manifeste par le transfert des molécules de l'eau vers l'air, parfois à des endroits très éloignés de la source (via le réseau d'égouts par exemple).

Les composés chimiques bien connus pour leur odeur nauséabonde sont les mercaptans, les thiols aromatiques, les composés soufrés, de manière générale, les amines organiques, les acides gras, les aldéhydes, les cétones, les alcools. En général, mais pas exclusivement, ce sont des composés organiques volatils. Certains ont une forte odeur persistante, mais ne sont pas connus comme particulièrement toxiques. Pour d'autres, par contre, comme l' H_2S ou les mercaptans, l'odeur peut servir de signal d'alarme, et prévenir d'un éventuel impact sur la santé humaine si leur concentration venait à augmenter.

L'odeur peut être considérée comme une pollution locale et une nuisance limitée à la population riveraine des sources potentielles. Cependant, le nez humain est extraordinairement sensible, parfois à des concentrations de produits largement inférieures au ppb (part pour milliard), et certains mélanges gazeux, même très dilués, restent odorants à de longues distances de la source. Par ailleurs, il est très difficile de tenir compte des mécanismes de dispersion et de dégradation des émissions d'odeurs et encore moins des phénomènes de synergie et d'inhibition des perceptions odorantes lorsque plusieurs odeurs se mélangent.

2.6.3. Caractérisation de l'odeur

Une première façon simple de caractériser une odeur est de tenter de la décrire par un qualificatif. Même s'il n'existe pas encore de liste-type de termes standardisés pour qualifier l'ambiance olfactive dans l'environnement, comme les parfumeurs ou les œnologues ont coutume d'utiliser, certaines descriptions et certains qualificatifs reviennent invariablement : rance, moisi, aigre, œuf pourri, chou, graisse fondue, odeur de gaz, odeur de bouc, suffocant, poisson avarié, fécal, vinaigre âcre, fruité, ...

De manière plus quantitative, la tendance actuelle en Europe préconise de normaliser, comme grandeur caractéristique de l'odeur, le facteur de dilution au seuil de perception olfactive.

Il s'agit du nombre de fois qu'il faut diluer l'effluent odorant dans de l'air pur pour atteindre le seuil de perception olfactive, c'est-à-dire, pratiquement, pour que 50 % des individus perçoivent encore l'odeur et 50 % ne la perçoivent plus.

Ce facteur, exprimé en unités d'odeur européenne OU_E , est mesuré rigoureusement par un olfactomètre et un panel de personnes dont les nez ont été préalablement "étalonnés" par une dilution standard de n-butanol (proposition de norme CEN : CEN/TC264/WG2'Odours').

Le tableau 1, inspiré de l'ouvrage de DEVOS ET COLLABORATEURS (1990), fournit, à titre d'exemple, les valeurs du facteur de dilution au seuil de perception olfactive pour quelques composés rencontrés dans les odeurs provenant des activités industrielles.

Composé	Facteur de dilution au seuil de perception olfactive
sulfure d'hydrogène	56 230 000
méthylmercaptan	24 800 000
éthylmercaptan	66 400 000
amylmercaptan	8 320 000 000
dioxyde de soufre	1 412 000
diméthylsulfure	446 680 000
ammoniac	170 000
pyridine	11 750 000
indole	31 620 000 000
scatole	1 778 000 000
acide butyrique	257 000 000
acide acétique	6 920 000
acétaldéhyde	5 370 000
formaldéhyde	1 148 000
acétone	69 000
benzène	270 000
éthanol	35 000
éthane	100
chloroforme	85 000
phénol	9 120 000
ozone	19 500 000
Tableau 1 – Quelques valeurs de facteurs de dilution au seuil de perception olfactive. <i>Source – Devos et al., 1990.</i>	

Certaines réglementations nationales font depuis longtemps référence à cette notion de facteur de dilution au seuil de perception : par exemple, l'instruction technique française du 27 juin 1977 relative aux équarrissages préconise une valeur maximum de 200 pour ce facteur à l'émission, tandis que la "TA Luft" allemande (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – 27.02.86) impose un rendement d'épuration des gaz supérieur à 99 % lorsque les niveaux d'odeurs sont supérieurs à 100 000 (unités d'odeur).

En Wallonie, aucune réglementation explicite relative aux odeurs n'existe à ce jour.

Une troisième manière de caractériser une odeur est d'effectuer une analyse de la composition gazeuse de l'effluent odorant. Les concentrations dans les divers constituants du mélange gazeux représentent en effet une signature caractéristique.

En particulier, à l'émission, dans le but de limiter le débit d'odeur, l'industriel désirera connaître ces concentrations, afin d'étudier un dispositif adapté d'abattement des odeurs.

On peut alors définir le pouvoir olfactif (pOU) d'un composé à partir du rapport de sa concentration dans l'effluent à sa concentration au seuil de perception olfactive.

Il est alors possible de sommer les pouvoirs olfactifs (pOUi) de différents composés pour un nombre limité de familles chimiques connues pour leurs odeurs, par exemple : les composés soufrés, les composés azotés, les acides gras volatils, les aldéhydes, les BTX (alkyl aromatiques), les HAP (hydrocarbures polyaromatiques), les phénols ... Les pOUi de chaque famille peuvent alors être reportés sur les rayons d'un cercle, de manière à représenter l'image globale de l'odeur, c'est la "rose d'odeurs" (voir un exemple plus loin).

2.6.4. Emissions odorantes industrielles

2.6.4.1. L'industrie du bois et du papier

Les industries de fabrication de panneaux en bois (agglomérés, contre-plaqués, ...) de poutres en lamellé-collé, de bûchettes, ... emploient des résines et des colles dont le composant adhésif est souvent à base d'urée-formaldéhyde ou de mélamine-formaldéhyde. Cet aldéhyde formique (ou formaldéhyde) émet une odeur âcre, irritante et suffocante (voir aussi tableau 1) et est même toxique (TLV = 0,3 ppm ou 0,37 mg/Nm³).

Ce type d'activité concerne 5 sièges d'exploitation en Région wallonne, notamment dans les arrondissements de Philippeville et Bastogne.

Dans l'industrie de la pâte à papier, les odeurs sont surtout générées au niveau des activités de dégazage des copeaux, de recyclage, de séchage et de pyrolyse des liqueurs noires, et éventuellement à la sortie des fours à chaux.

L'odeur caractéristique de choux des usines de pâte à papier provient surtout des composés soufrés réduits (H₂S, mercaptans, ...). Ce type d'activité concerne 1 siège d'exploitation en Région wallonne, dans l'arrondissement de Virton. Toujours dans le secteur du papier, les odeurs peuvent émaner, dans une moindre mesure, des fabricants de papier et de carton, à partir de pâte à papier, considérée cette fois comme matière première.

La tonalité des effluents odorants n'est cependant plus caractérisée par les composés soufrés réduits, mais bien par celle émanant des adjuvants, comme des composés chlorés, du latex, du PVC, du PET, dont le but est d'améliorer la qualité esthétique ou mécanique du papier ou du carton. On recense 48 sièges d'exploitation de ce type en Région wallonne, surtout dans les arrondissements de Verviers, Mons et Soignies.

2.6.4.2. Les peintures et autres utilisations de solvants

Les effluents gazeux de fabrication ou d'application de peinture sont chargés de solvants. Les débits d'émission peuvent être importants et les composés odorants très variés : alcools aliphatiques, aromatiques, glycols, ...

Concernant les activités industrielles d'application de peinture, il faut citer essentiellement la construction d'automobiles, la construction navale, le revêtement d'articles métalliques et de matière plastique et l'industrie du bois. Cette dernière inclut également les procédés d'imprégnation du bois, à base de créosote, de sel ou d'autres produits mélangés à un solvant organique, afin d'assurer sa protection contre les champignons, les insectes et le climat.

Le tableau 2 reprend le nombre et les localisations principales des entreprises en Wallonie pour les secteurs où il est possible d'identifier les activités de revêtement ou d'imprégnation.

Type d'activité	Nombre d'entreprises	Arrondissements principalement concernés
fabrication de peinture, vernis et encre d'imprimerie	24	Charleroi
construction et assemblage d'automobiles et de remorques	41	Verviers, Liège, Charleroi
construction navale	9	Namur, Charleroi
revêtement d'articles métalliques	79	Liège, Verviers
imprégnation du bois	5	Marche en Famenne, Namur
Tableau 2 – Entreprises du secteur de la peinture et de l'imprégnation en Wallonie, 1998.		
Source – ONSS et base de données INDUSTRIE (RW).		

Parmi les activités d'application de peinture, on peut citer en particuliers le coil-coating. Il s'agit d'un procédé de laquage en bande qui consiste à peindre une ou deux faces d'une tôle défilant entre des rouleaux. Une étude belge (VIGNERON, 1992) concernant notamment les ateliers de coil-coating mentionne que la plupart des installations sont pourvues de cabines ou de hottes d'aspiration et d'un système de contrôle des émissions, en général un incinérateur thermique, dont le rendement d'abattement de l'odeur atteint pratiquement 90 %. Les solvants organiques utilisés pour cette activité (teneur moyenne dans la peinture : 64 %) contiennent essentiellement des composés aromatiques. Si leur concentration dans les effluents à la sortie de l'incinérateur final est tout à fait acceptable, les nuisances olfactives qui en découlent restent importantes.

Un autre secteur d'activité concerné par les émissions de composés organiques volatils odorants est celui de l'élaboration ou de la mise en forme de polymères dont les effluents contiennent les monomères de départ du produit, comme le styrène. Onze entreprises sont concernées en Région wallonne, surtout dans l'arrondissement de Verviers.

Les solvants des encres d'imprimerie sont également très odorants, ils contiennent des alcools, des cétones, des acétates et des composés aromatiques. Seules les grandes imprimeries peuvent être considérées comme des industries. Celles dont l'effectif en personnel dépasse 50 personnes sont au nombre de 14 en Wallonie, essentiellement dans l'arrondissement de Charleroi.

Enfin, les opérations de dégraissage des métaux, dont le but est d'enlever des surfaces métalliques les matières insolubles à l'eau, comme les graisses, huiles, cires, dépôts de carbone, fondants ou goudrons, utilisent classiquement des solvants halogénés, comme le chlorure de méthylène, le tétrachloroéthylène ou le trichloroéthylène, qui sont des produits à la fois toxiques et odorants et dont l'usage est réglementé. En 1996, un total de 790 tonnes de COVM ont été générés par cette activité en Région Wallonne.

2.6.4.3. Les industries de l'agro-alimentaire

La fabrication du sucre

Une étude hollandaise (HUISMANN ET AL., 1987) a identifié 25 sources d'odeurs possibles sur un site de sucrerie, dont 6 sont majoritairement responsables de la nuisance olfactive dans le voisinage :

- les tours d'extraction
- le séchage des pulpes
- la carbonatation
- les gaz d'évaporation
- la ventilation des bâtiments
- les tours de condensation

Il faut également ajouter à ces sources le système de traitement des eaux usées dont la nuisance olfactive, s'il n'est pas efficace, peut s'avérer être l'une des plus gênantes.

Une étude de la F.U.L. (NICOLAS ET ROMAIN, 1998) distingue, de manière plus générale, deux sources principales d'odeurs : la ligne de production du sucre pendant la campagne et les bassins de décantation des eaux de lavage et de procédés.

Ces derniers étant à l'air libre et s'étendant sur de grandes surfaces, génèrent une pollution olfactive diffuse, particulièrement gênante pour la population riveraine.

Les composés odorants émis par les sucreries sont typiquement les dérivés de la pyrazine, formés suite au traitement thermique des acides aminés et des sucres, des furanes, des phénols, des alcools aliphatiques, des composés soufrés et des acides gras volatils.

Neuf sites d'exploitation sont concernés en Région wallonne, notamment dans les arrondissements de Tournai, Huy et Ath.

Industries de la bière et du café

La fabrication de la bière implique la transformation du sucre en alcool qui, comme tous les processus de fermentation, génère des émissions de composés organiques volatils odorants, dont 90 % d'éthanol et 10 % de substances diverses : hexanal, benzaldéhyde, éthers, esters, acétates, diméthyl sulfures, acides carboxyliques, ... Ces émissions ne se limitent pas à l'étape de fermentation, mais les processus de maltage (transformation de l'orge et stockage du malt), de brassage, de filtration, d'ébullition et de maturation sont aussi générateurs d'odeurs.

Les émissions totales de COV sont estimées à 0,035 kg par hectolitre de bière produite.

Ce secteur concerne 33 sites d'exploitation en Région wallonne, surtout dans les arrondissements de Dinant, Thuin et Liège.

L'opération de torréfaction du café, dont le but est de libérer les grains de leur humidité et de les gonfler, libère des arômes provenant d'une huile essentielle appelée caféone. Cette odeur, qui peut sembler agréable lorsqu'elle est perçue, devient une nuisance pour le riverain d'une entreprise de torréfaction.

Par tonne de grains de café torréfié, la quantité de COV émise est estimée à 0,55 kg. On dénombre 16 entreprises qui torréfient le café en Wallonie, essentiellement dans l'arrondissement de Liège.

Abattoirs et équarrissages

Dans les abattoirs, les nuisances olfactives proviennent en grande partie des sous-produits, comme la peau, les os ou le sang des animaux tués.

Une gestion efficace de ces sous-produits (réfrigération, collecte fréquente) peut réduire considérablement les odeurs émises.

Ces déchets, collectés par des entreprises spécialisées, sont valorisés sous forme de farine d'os, d'aliments pour bétail, etc. dans les ateliers d'équarrissage.

Les odeurs très fortes émanant des activités de traitement des sous-produits animaux sont imputables en grande partie aux composés soufrés et aminés, dont de l'H₂S et des mercaptans, de l'ammoniac et des amines.

Leur teneur peut varier selon le type de transformation effectuée dans les équarrissages : hydrolyse de plume, cuisson de viande, dégraissage d'os ... (Martin et Laffort, 1991).

Les abattoirs et entreprises d'équarrissage représentent, ensemble, 48 sièges d'exploitation en Région wallonne, en écartant les nombreuses petites tueries familiales. Ces entreprises sont essentiellement situées dans les arrondissements de Namur, Bastogne et Mouscron.

Divers

Parmi les autres entreprises du secteur agro-alimentaire susceptibles de générer une odeur, il faut citer :

- la transformation et la conservation de poisson, avec 12 sièges d'exploitation en Wallonie, surtout dans les arrondissements de Charleroi et de Verviers;
- la production d'huile, de graisse, de margarine, concernant 2 sites, dans la région liégeoise;
- la fabrication de produits laitiers, dont les fromages, concernant 42 sites surtout situés dans les arrondissements de Verviers;
- la fabrication d'aliments pour animaux, avec 27 sites en Région wallonne, surtout dans les arrondissements de Verviers et Namur.

2.6.4.4. L'industrie chimique

L'industrie chimique génère une large panoplie de composés gazeux odorants. Le tableau 3 synthétise les principales activités susceptibles de générer des odeurs dans ce secteur.

<i>Industrie</i>	Sources d'odeur	Nature des odeurs	Nbre de sièges d'exploitations en RW	Arrondissements principalement concernés
Industrie chimique inorganique	production d'engrais, de phosphates et de produits azotés	NH ₃ , aldéhydes, SO ₂	15	Namur, Ath, Mons
	acide phosphorique	SO ₂ , H ₂ S, aldéhydes et autres odorants	10 (total produits chimiques inorganiques de base)	Namur, Huy
	soude	NH ₃		
	acides nitrique, sulfurique et chaux	NH ₃ , aldéhydes, SO ₂		
Industrie chimique organique	produits organiques de base	Mercaptans, NH ₃ , hydrocarbures, SO ₂ , acides organiques et autres odorants	15	Charleroi, Mons
	caoutchoucs	NH ₃ , hydrocarbures, SO ₂ , aldéhydes, acides organiques	26	Mons, Liège
	matières plastiques de base	NH ₃ , hydrocarbures, SO ₂ , aldéhydes, acides organiques	12	Namur, Charleroi

	savons détergents	NH ₃ , hydrocarbures, SO ₂ , aldéhydes, acides organiques et autres odorants	20	Nivelles, Tournai
Pétrochimie	raffinage, stockage, bitumes, émulsions	SO ₂ , NH ₃ , aldéhydes, H ₂ S, acides organiques	18	Charleroi, Liège
<p>Tableau 3 – Synthèse des principales activités susceptibles de générer des odeurs dans le secteur de la chimie, 1998.</p> <p>Source – Martin et Laffort, 1991 + Bases de données ONSS et INDUSTRIE (RW).</p>				

2.6.4.5. Les industries du textile synthétique et du cuir

La fabrication de fibres textiles synthétiques génère des odeurs typiques des industries chimiques : NH₃, hydrocarbures, SO₂, aldéhydes, acides organiques, ...

Elle concerne 6 sièges d'exploitation wallons, essentiellement dans les régions de Mouscron et de Ath.

Les tanneries de cuir sont particulièrement réputées pour les odeurs nauséabondes qu'elles émettent. Dues à la décomposition des protéines solides, elles sont surtout composées de H₂S et de NH₃.

2.6.4.6. La sidérurgie

La fabrication et la première transformation de l'acier (étriage, laminage, profilage, tréfilage) représentent des activités de première importance en Wallonie.

En se limitant à l'activité principale de l'entreprise, on recense, pour 4 étapes de la sidérurgie de base, à savoir la fabrication du coke, celle de la fonte, l'élaboration de l'acier et sa première transformation, respectivement 2, 24, 16 et 20 sièges d'exploitation en Région wallonne. Les cokeries sont situées dans les arrondissements de Charleroi et de Liège, les fonderies sont surtout concentrées dans l'arrondissement de Liège, les aciéries et les entreprises de première transformation de l'acier dans ceux de Liège et Charleroi. Plusieurs études belges (notamment : VIGNERON, 1992; MATERNOVA, NICOLAS ET ANDRE, 1996) mentionnent et décrivent les odeurs émises par ces entreprises.

Dans les émanations des cokeries, par exemple, on retrouve des composés aromatiques, notamment des BTX (Benzène, Toluène, Xylène) et des HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques), des phénols, des composés soufrés (surtout H₂S) et azotés (surtout NH₃). Ils sont émis lors du chargement et du déchargement des fours et au cours des opérations de purification du gaz de coke. La figure 1 montre la rose d'odeurs typique d'une cokerie (voir définition en début du chapitre "Odeurs").

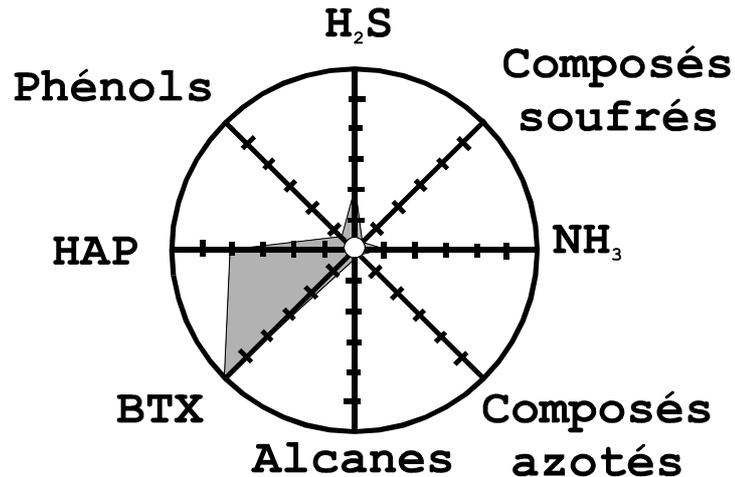


Figure 1 – Rose d'odeurs typique d'une cokerie.
Source – D'après Vigneron et al. (1994).

La qualité odorante des effluents gazeux s'avère cependant différente pour une autre activité sidérurgique. Ainsi, les émissions odorantes provenant des laminoirs sont surtout conséquentes à l'utilisation de suspensions et d'émulsions de l'huile utilisée comme lubrifiant et comme liquide de refroidissement. On y retrouve des acides carboxyliques, des aldéhydes, des BTX et des HAP.

Plusieurs méthodes de réduction des nuisances olfactives sont possibles et mises en place sur certains sites. Citons, entre autres techniques d'abattement, l'incinération catalytique ou thermique, l'adsorption, la condensation, l'absorption, ainsi que les procédés de séparation par membrane et la purification biologique. Chaque procédé a sa spécificité et doit être choisi en fonction de la nature et de la température de l'effluent à traiter, de la teneur en polluants et de la cadence du procédé en amont.

2.6.4.7. Le traitement des effluents et des déchets

Dans les stations d'épuration des eaux usées industrielles ou domestiques, les sources d'odeurs sont nombreuses et variées (PAILLARD ET BLONDEAU, 1988; GREŒON, 1996). L'intensité et la qualité de l'odeur perçue par le voisinage dépend de plusieurs paramètres tels que la nature de l'effluent et le type de traitement, mais aussi des conditions climatiques. Ainsi, la phase de pré-traitement est caractérisée par l'odeur typique des eaux d'égout : la turbulence de l'effluent pollué engendrant le dégagement des diverses molécules volatiles transportées par l'eau.

L'odeur dans les décanteurs primaires et les puits à boues provient, elle, de la fermentation des boues déposées au fond du bassin. De manière plus générale, les postes impliquant des boues sont les plus odorants : épaisseur et stabilisation aérobie des boues fraîches, conditionnements thermiques et chimiques des boues, ...

Les composés odorants les plus fréquemment rencontrés sont l' H_2S , les mercaptans, l'ammoniac, les aldéhydes, ainsi que divers solvants.

En ce qui concerne les stations d'épuration industrielles, chaque type d'industrie produit des effluents particuliers et, par conséquent, des odeurs caractéristiques, et très variées selon le procédé en amont. Les stations épurant les eaux usées d'un abattoir génèrent des aldéhydes, des acides gras, des amines, du sulfure d'hydrogène, de l'ammoniac et des mercaptans; celles d'une poissonnerie sont caractérisées par de la triméthylamine, de la cadavérine, de la putrescine et de l'ammoniac. Plusieurs méthodes de lutte contre les mauvaises odeurs peuvent être mises en œuvre : soit des techniques préventives, comme l'ajout de CaO ou de chlore aux

effluents ou la ventilation et la canalisation des flux odorants; soit des techniques curatives, comme l'adsorption sur du charbon actif, les biolaveurs ou les biofiltres.

Le stockage et le traitement des déchets génèrent également des nuisances olfactives, assez mal ressenties par les riverains. Au niveau d'un centre d'enfouissement technique, les mauvaises odeurs sont souvent attribuables à la fraction de déchet riche en matières organiques. En effet, les matières organiques biodégradables présentes dans les déchets mis en dépôt ont initié leur phase de décomposition aérobie, laquelle s'accompagne de dégagement de composés odorants. D'autres composés non biodégradables (les solvants par exemple) sont également émis et contribuent à l'odeur typique des déchets frais.

On y retrouve des esters, des organosulfurés, du butane-2-ol, des solvants propres aux déchets et de l'éthanol. Il semble que l'éthylbutanoate soit partiellement responsable de l'odeur "douce" typique des déchets frais (GENDEBIEN ET AL, 1992).

Lorsque les déchets compacts entrent en phase de décomposition anaérobie et si les conditions environnementales le permettent, le processus de méthanisation avec production de biogaz peut débuter. Son odeur nauséabonde est imputable à des éléments en trace, dont l'H₂S, le NH₃ et des COV, dilués dans le méthane et le dioxyde de carbone.

Enfin, d'autres nuisances olfactives peuvent provenir des lieux de stockage ou des fuites de lixiviats.

Lorsque la fraction organique des déchets est valorisée sous forme de compost, une odeur caractéristique de composés azotés, comme l'ammoniac, d'acides organiques, de composés soufrés, d'aldéhydes et d'alcools se dégage de l'aire de compostage.

Quant aux techniques d'incinération, elles sont moins odorantes par elles-mêmes que par le stockage des matières en amont et en aval du procédé. Les déchets frais entreposés avant le traitement génèrent l'odeur typique des déchets, identiques à celle d'un CET tandis que les mâchefers, cendres résiduelles de la combustion (environ 8 % du volume initial de déchets) et les fines, résidus du traitement des fumées, émettent une odeur âcre et acide due à l'H₂S et à des éléments en trace, comme des terpènes, des mercaptans et des aromatiques.

Sont recensés en Wallonie : 17 centres d'enfouissement technique de classe 2 agréés (déchets industriels non dangereux et déchets ménagers), 9 installations de compostage et 4 unités d'incinération.

2.6.5. Nuisance olfactive à l'immission

Concernant les zones d'émissions potentielles d'odeurs, les principales régions industrielles impliquées sont Liège et Charleroi, mais également les arrondissements de Namur, Verviers et Nivelles.

Ce potentiel d'émission n'est cependant qu'une estimation basée sur le nombre et la taille des entreprises dont le type d'activité est connue pour la mauvaise odeur qu'elle émet : il n'existe aucune mesure systématique, ni des débits odorants à l'émission, ni de la nuisance olfactive à l'immission.

Un indicateur de la nuisance pourrait être le nombre de plaintes enregistrées par arrondissement sur une année, concernant les odeurs et impliquant une activité industrielle.

L'information disponible à la Division de la Police de l'Environnement de la Région Wallonne n'est cependant pas toujours désagrégée à ce niveau.

La région de Mons, pour laquelle une information détaillée a été obtenue, peut être analysée comme exemple typique du territoire wallon.

Le tableau 4 reprend les plaintes relatives aux odeurs industrielles enregistrées par la Direction de Mons de la DPE, de 1996 à 1998.

	Plaintes enregistrées concernant les odeurs	Nombre d'entreprises concernées	Nombre total de plaintes enregistrées
1996	74	35	259
1997	71	30	232
1998	80	36	246

Tableau 4 – Inventaire des plaintes enregistrées par la Direction de Mons de la DPE et relative aux odeurs émises par les entreprises.
Source – Direction de Mons de la DPE.

La figure 2 illustre la répartition des plaintes, par secteur de l'environnement, pour cette même région montoise en 1998. Le tableau et la figure indiquent clairement l'importance de la nuisance olfactive dans la perception de la population. Les plaintes se rapportent essentiellement à ce qui est perçu par les sens de l'homme : la vue (les déchets), l'ouïe (les bruits) et l'odorat (les odeurs). A elles seules, les nuisances olfactives représentent 1/3 des plaintes enregistrées par la direction de la DPE.

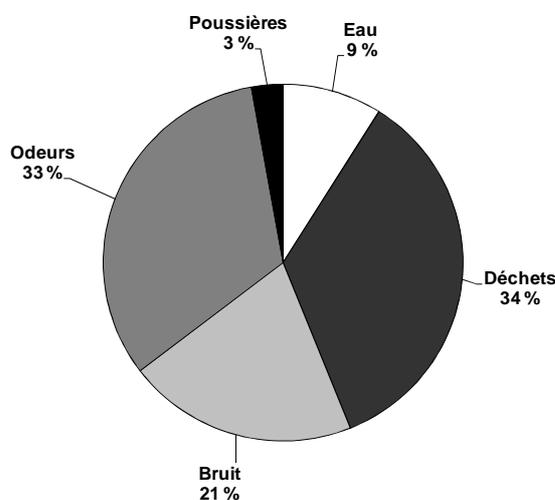


Figure 2 – Répartition des plaintes enregistrées par la direction de Mons de la DPE en 1998.

Lorsque sont ajoutées les plaintes et interventions de la DPE correspondant aux autres secteurs (agriculture, commerces, particuliers, ...), la proportion relative de la nuisance olfactive chute sensiblement, au profit des problèmes liés à l'eau et aux déchets. Ainsi, dans les statistiques pour la DPE de Liège pour 1998, douze pourcent seulement du total des interventions se rapportent à l'air (odeur, poussières, ...), alors que les interventions relatives à l'eau et aux déchets représentent respectivement 26 et 52 %.

Ceci montre que la nuisance olfactive est un problème lié en grande partie à l'industrie. Dans ces mêmes statistiques de la DPE de Liège, les sources industrielles de pollution

atmosphérique (dont les odeurs) suscitant le plus d'interventions sont les incinérateurs, les centres d'enfouissements de déchets, l'industrie chimique et l'industrie des métaux, les cabines de peinture, l'agro-alimentaire et les carrières.

Aucune tendance marquée n'est en outre observée sur le nombre d'interventions en fonction du temps, entre 1994 et 1998.

2.7. Organismes génétiquement modifiés (OGM)

2.7.1. Contexte

Les modifications génétiques ont été appliquées sur les micro-organismes dès le début des années 1970 puis sur les plantes et les animaux au milieu des années 1980.

Le principe général de ces techniques est de transférer du matériel génétique provenant d'un organisme vivant dans un nouvel organisme afin de faire présenter à ce dernier de nouvelles caractéristiques. Ces différents aspects ont été présentés dans l'Etat de l'environnement wallon 1994 volume 2.

Différents types d'OGM peuvent être répertoriés suivant le type d'organismes : micro-organismes, plantes, animaux. Tous ces organismes sont créés au niveau industriel (industrie des semenciers, pharmacie,...) ou au niveau universitaire à destination d'autres industries (agro-alimentaire, pharmacie,...) ou à destination agricole.

Les applications concernent :

- le domaine médical, avec entre autres la lutte contre les maladies génétiques, mais aussi les procédés d'obtention de produits thérapeutiques (insuline, hormone de croissance..) ou de vaccination,
- le domaine alimentaire : pour les animaux, cela peut être la production de substances particulières, notamment dans le lait, ou l'acquisition d'un taux de croissance plus important, pour les plantes, la tolérance aux herbicides, la résistance aux insectes et aux maladies, des changements dans les propriétés alimentaires, avec la possibilité, encore non exploitée, d'adapter des plantes utiles (céréales, oléagineux..) à des conditions de culture extrêmes (sécheresse, salinité, froid).
- le domaine industriel : par exemple, la modification des peupliers destinés à l'industrie papetière.

La lignine, présente dans les végétaux, a pour fonction d'assurer la solidité et est indispensable à la croissance des arbres. Cependant, la qualité de la pâte à papier dépend en grande partie de l'élimination de la lignine. Des essais de peupliers transgéniques présentant une quantité de lignine plus faible sont en cours. Cela permettrait de réduire les quantités d'énergie et de chlore utilisées pour la fabrication du papier.

Des optimisations de la qualité des amidons de maïs utilisés dans de nombreuses industries (chimie, agro-alimentaire, pharmacie, papeterie, textile.....) sont aussi une perspective importante des OGM. En effet, des modifications des proportions d'amylose et d'amylopectine permettraient de réduire les coûts et les pollutions dues aux traitements préparatoires.

Le développement des OGM en Europe fait apparaître de nouvelles problématiques quant à la gestion des pressions sur l'environnement. D'une part, les OGM relèvent de la compétence européenne et les décisions sont prises en parallèle entre les différents pays de la communauté. Cela rencontre l'évolution des secteurs industriels producteurs d'OGM qui s'orientent vers des structures de conglomérats à vocation internationale.

D'autre part, la Communauté Européenne est appelée à se pencher sur la question de la responsabilité des accidents survenant à cause des OGM.

Contrairement aux problèmes de pollution considérés dans les autres chapitres, ce n'est pas seulement le procédé de fabrication qui fait l'objet d'autorisations et de contrôle : le produit industriel OGM lui-même peut être générateur de pollutions au sens large, notamment lors de sa diffusion (cas des plantes par exemple). L'expérience acquise après les pollutions passées des industries (pollution des sols par exemple) ou des produits industriels (amiante par exemple) conduit les autorités publiques à envisager, dès leur production plutôt qu'après la déclaration des problèmes, les impacts négatifs possibles des OGM et à donner aux

producteurs d'OGM une responsabilité dans les conséquences que pourront avoir leurs produits sur l'environnement.

La détermination de ces impacts est particulièrement difficile, notamment pour les plantes transgéniques. Celles-ci étant à la fois mobiles (pollen) et capables de se reproduire et d'évoluer spontanément, les effets sont supposés à long terme et à grande échelle. Cependant, les résultats scientifiques ne sont disponibles que sur de petites surfaces de culture et sur une échelle de temps de quelques années.

2.7.2. Gestion du risque en Wallonie et en Belgique

Deux organismes, dont les missions sont définies dans une loi fédérale (Loi portant assentiment à l'Accord de coopération entre l'Etat fédéral et les Régions relatif à la coordination administrative et scientifique en matière de biosécurité, parue au moniteur le 14 juillet 1998), sont chargés de la gestion des dossiers de biosécurité :

- le Conseil de Biosécurité
- le Service de Biosécurité et Biotechnologie (SBB)

Ces organismes assurent :

- la transposition des directives concernant les organismes génétiquement modifiés et les produits à base d'OGM,
- l'installation d'une évaluation scientifique commune entre l'état fédéral et les régions concernant la Biosécurité,
- la coordination entre les niveaux régional, fédéral et international.

Le Conseil de Biosécurité évalue la sécurité des activités utilisant des OGM et des organismes pathogènes en ce compris les aspects écologiques liés à la biodiversité. Ce Conseil doit être consulté pour toute mise en culture expérimentale de plantes génétiquement modifiées et pour la mise sur le marché de produits contenant des OGM. Ce conseil est constitué de représentants du gouvernement régional et des ministres fédéraux de la Santé publique et de l'Environnement, de l'Agriculture, des Sciences et de la Protection du travail. Ce conseil, assisté ponctuellement d'experts, se réunit en fonction des besoins.

Les informations sur les OGM en Wallonie et en Flandre sont regroupées par le Service de Biosécurité et Biotechnologie, unité fonctionnelle de l'Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie qui est chargée d'assurer l'archivage des dossiers de biosécurité, la conservation et la protection des données confidentielles.

Le SBB est composé d'un secrétariat administratif, d'experts scientifiques et d'un laboratoire d'expertise. Il propose au Conseil des mesures de protection de la santé humaine et de l'environnement et répond aux missions fixées par le Conseil de Biosécurité.

La relative nouveauté de ce sujet ainsi que la confidentialité importante déterminent une quantité relativement faible de données.

2.7.3. Les étapes de réalisation et de commercialisation d'un OGM

L'obtention et la diffusion des organismes génétiquement modifiés comportent trois phases et pour chacune des phases, une autorisation doit être obtenue.

La première phase de manipulation génétique et de tests se déroule en laboratoire confiné. Elle nécessite une autorisation pour une première utilisation confinée des organismes pathogènes ou génétiquement modifiés (directive européenne 90/219). Cette directive a été appliquée en Région wallonne, les avis sont remis par le Service de Biosécurité et Biotechnologie.

Une deuxième phase est franchie quand l'organisme sort du laboratoire, c'est le cas notamment pour les plantes, lors de l'expérimentation en champ ou en serres mobiles. Cette partie est gérée au niveau fédéral, suite à l'application de la directive 90/220 concernant la

demande d'autorisation pour la dissémination d'organismes génétiquement modifiés. Les avis sont remis par le Conseil de Biosécurité.

La mise sur le marché de l'OGM doit par la suite être autorisée par la Communauté Européenne.

A chaque demande d'autorisation, une évaluation est faite des pressions potentielles sur l'environnement. La prise en compte de l'environnement et des pollutions entre donc dans une grande part dans l'avenir industriel des OGM.

2.7.4. Production et expérimentation en Wallonie et en Belgique

La plupart des OGM produits, aussi bien au niveau wallon qu'à l'échelle de l'Europe, concernent des plantes et parmi ces plantes, l'introduction de gènes de résistance aux herbicides et aux différentes maladies causées par les insectes et les champignons.

2.7.4.1. Utilisation confinée

L'application en Région Wallonne de la directive 90/219 par l'arrêté du 13 juin 1996 paru au moniteur le 25.10.96 impose un inventaire des laboratoires en usage confiné comprenant des opérations telles que l'élevage, la thérapie génique, la vaccination et les cultures en serres mettant en œuvre des OGM ou des organismes pathogènes. Un laboratoire (unité de lieu) peut regrouper plusieurs opérations.

Depuis la mise en place de cet arrêté, 25 dossiers de biosécurité concernant des OGM ont été introduits au SBB. Parmi ceux-ci, se trouvent 10 dossiers industriels.

La SBB est appelée, sur base d'un dossier établi par le laboratoire et de visites des locaux, à vérifier la conformité des informations fournies par le demandeur et à donner un avis sur l'évaluation du risque et des mesures de confinement en fonction des opérations projetées.

La figure 1 montre que, suite à l'enquête menée dans le cadre de la procédure légale, seulement la moitié des demandes industrielles a été autorisée. Ces dossiers recouvraient 28 opérations dont 17 ont été autorisées.

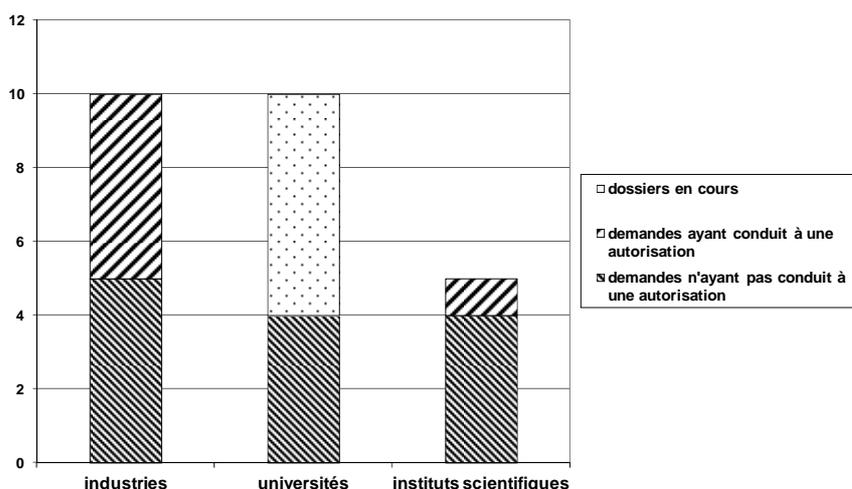


Figure 1 - Demandes d'autorisations de première utilisation en laboratoire confiné en Région wallonne : nombres de dossiers de biosécurité traités par le Service de Biosécurité et Biotechnologie au 1er juin 1999.

Source - SBB, juin 1999.

Selon le SBB, toutes les unités de production n'ont pas encore été répertoriées.

2.7.4.2. Dissémination volontaire

Les dossiers de dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés à des fins de recherche, de développement ou à toute autre finalité que la mise sur le marché sont gérés au niveau fédéral. Les autorisations sont délivrées par le Ministère de la Santé (produits médicaux à usages humains ou vétérinaires) ou par le Ministère de l'Agriculture (produits à usage agricole, aliments animaux) sur avis du Conseil de Biosécurité.

Chaque demande concerne un OGM ou une combinaison d'OGM mais peut concerner plusieurs sites d'essais parfois localisés en Wallonie et en Flandre.

Les premiers essais datent de 1986 mais depuis 1994 une autorisation doit être obtenue.

Les autorisations sont données pour une période déterminée (procédure habituelle). Lors de la répétition de la dissémination volontaire d'un OGM ou d'une combinaison d'OGM ayant déjà fait l'objet d'une autorisation une procédure simplifiée peut être appliquée.

Depuis 1986, 135 dossiers de demandes de dissémination ont reçu une autorisation pour l'ensemble de la Belgique. Concernant les demandes comptabilisées depuis la mise en place de la directive européenne (entre 1992 et juin 1999), la Belgique représente 7 % de l'ensemble des demandes des 14 pays de la Communauté Européenne avec 99 autorisations. Le nombre d'essais autorisés pendant cette période varie suivant les pays entre 3 (Autriche) et 446 (France).

La figure 2 montre que la grande majorité des demandes de dissémination concerne des plantes supérieures et particulièrement le maïs et le colza.

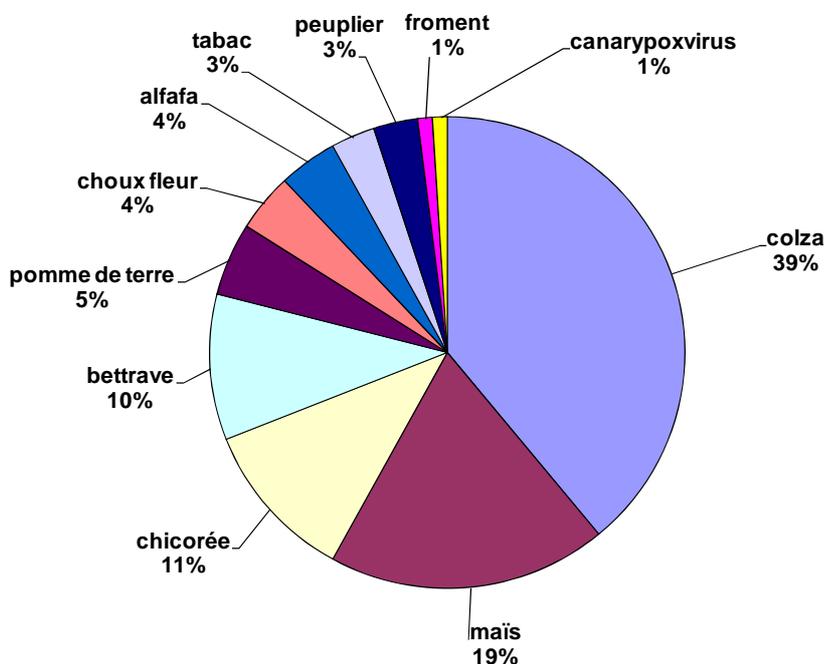


Figure 2 - Types d'organismes génétiquement modifiés testés en champ en Belgique entre 1986 et 1998.

Source - Renckens et al, 1999.

Les surfaces cultivées sur l'ensemble du pays ont crû de façon importante et sont passées de près de 17 ha en 1997 pour atteindre 51,5 ha en 1998 (Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture DG4, 1999). Ce qui est très faible par rapport à la surface agricole utilisée (SAU) de 1 390 800 ha (exploitations recensées entre le 15/05/97 et 15/05/98). Ces cultures ne sont pas commercialisables pour l'instant (Réseau eco-consommation, 1999)

La figure 3 montre que les autorisations concernant les nouveaux organismes sont en diminution depuis 1992, après avoir connu un pic après l'application de la directive européenne 90/220. Les demandes d'autorisation pour la dissémination de nouvelles variétés connaissent une certaine stagnation depuis 1994. Cependant, en 1999, 22 dossiers de disséminations expérimentales, recevant chacun un avis positif, ont été notifiés au Ministère des classes moyennes (Réseau eco-consommation, 1999).

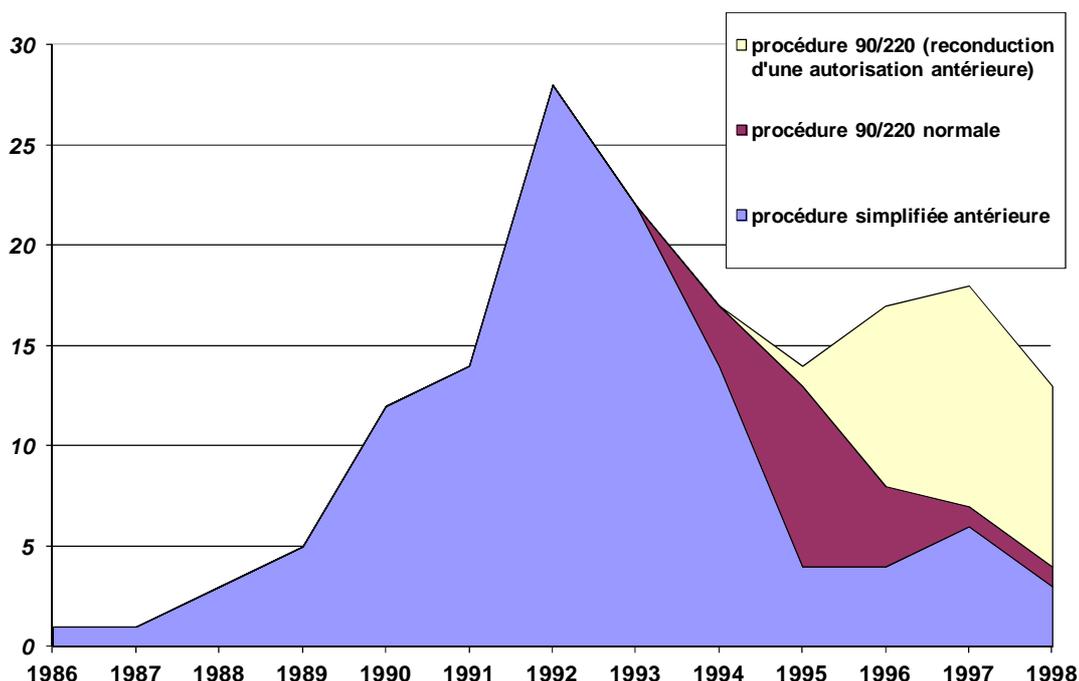


Figure 3 - Evolution des autorisations de dissémination volontaire de plantes génétiquement modifiées de 1986 à 1998.

Source - Renckens et al, 1999

2.7.5. Pressions sur l'environnement

En raison de la relative nouveauté de ces méthodes, les pressions sur l'environnement engendrées par les OGM sont encore peu quantifiées et sont encore au stade de l'évaluation ou de la prospective.

Ces interrogations portent à la fois sur l'environnement et sur la santé humaine.

Au niveau de l'environnement, les dangers concernent principalement le transfert de gènes des OGM et l'apparition de résistances non souhaitées. Ces risques sont induits par la culture à grande échelle de plantes génétiquement modifiées.

Ainsi la résistance aux herbicides pourrait se transmettre aux plantes situées à proximité, limitant ainsi leur efficacité et exigeant par la suite des quantités plus importantes d'herbicide.

Les gènes de résistance aux insectes ou à des maladies posent ensuite des problèmes plus spécifiques :

- apparition d'insectes, de virus ou de bactéries capables de surmonter la résistance et contre lesquels on ne pourra pas lutter,
- acquisition de ces gènes par les plantes sauvages ce qui leur procurera un avantage sur les autres populations de la même espèce et leur permettra de proliférer.

Les échanges de gènes par croisement peuvent se réaliser entre plantes apparentées par l'intermédiaire du pollen. Celui-ci peut être transporté sur plusieurs centaines de mètres voire plusieurs kilomètres dans certains cas. Cette pollution génétique est irréversible et risque de porter atteinte à la diversité des espèces sauvages et cultivées de plantes et d'animaux (adaptation des animaux comme les ravageurs aux espèces végétales présentes).

Pour la santé humaine, les interrogations rejoignent d'autres thématiques de l'alimentation :

- l'accumulation de matières toxiques par les plantes génétiquement modifiées pour résister aux herbicides et leur transmission dans la chaîne alimentaire,
- l'augmentation des allergies,
- la transmission aux bactéries du sol et du système digestif humain des gènes de résistance aux antibiotiques amplifiant les problèmes déjà rencontrés par l'utilisation massive des antibiotiques.

Les questions qui restent posées concernent la digestibilité des protéines et de l'ADN. Ceux-ci sont déjà en partie dégradés lors de la cuisson et de la transformation. Pour chaque organisme, des études sont effectuées pour démontrer la totale dégradation des protéines (responsables des allergies) lors de la digestion, cependant, concernant les allergies, des études à plus longs termes seraient nécessaires.

L'évaluation du risque induit par les OGM repose sur des domaines de recherche divers, elle est particulièrement difficile puisqu'elle dépend non seulement d'études scientifiques mais aussi de la perception des dangers par chacun des acteurs.

2.7.6. Evolution

Les nombreuses précautions prises lors de l'utilisation confinée des OGM ainsi que leur intérêt pour la production de médicaments ou de vaccins ont permis le développement des techniques de biotechnologie.

Par la suite, l'application des méthodes de modifications génétiques à des organismes supérieurs (mammifères et plantes agronomiques) a posé le problème de leur dissémination. La population et la communauté scientifique soulèvent des questions qui interagissent avec l'avenir des OGM au niveau production, expérimentation et distribution. Diverses associations (consommateurs, écologistes, thérapeutes, agriculteurs,...) demandent notamment de nouvelles recherches scientifiques et la transparence sur les produits contenant des OGM. Les réactions de la population de certains pays européens (France, Royaume Uni) sont très importantes, certains champs d'expérimentation ayant été détruits. Ces demandes ont été suivies d'effets, puisque des distributeurs et des industries agro-alimentaires internationales se sont engagés à limiter, voire à supprimer les OGM de leurs produits distribués en Europe.

De même, la Commission européenne prend des décisions dans ce sens. En date du 20 mai 1999, une suspension des procédures d'homologation du maïs transgénique a été annoncée par la Commission. Cette décision ne remet pas en cause les trois autorisations de vente de maïs transgénique accordées précédemment. Elle fait suite notamment à une étude américaine montrant que l'ingestion, en condition de laboratoire, par des larves d'une espèce de papillon de pollen d'un maïs modifié pour la production d'insecticide a provoqué leur mort.

Lors de la révision de la directive sur la commercialisation discutée le 25 juin 1999, les différents pays européens ont marqué leur accord pour renforcer les règles de mise sur le marché, notamment au niveau des procédures d'évaluation des risques et de l'information du public. La Belgique, avec 4 autres pays, a déclaré avoir "l'intention de ne pas autoriser la commercialisation d'un OGM jusqu'à ce qu'il soit démontré qu'il n'a pas d'effet nocif sur l'environnement et sur la santé humaine". Cette directive entérine une situation existante,

puisqu'au moment de la mise en place de la directive, aucune nouvelle autorisation n'avait été donnée depuis une année.

Telle une réaction en chaîne, les pressions de la population sur le dernier maillon de la chaîne qu'est la commercialisation ont une influence importante, en amont, sur la recherche et la production industrielle.

L'application de la législation a provoqué la réduction à court terme des opérations de biotechnologie autorisées et un durcissement des procédures d'autorisation et d'homologation des OGM.

Cependant, les potentialités importantes des différents OGM laissent présager un développement important.

Bibliographie

Renckens, S., Bilmeyer, K., Custer, R., Holemans, D., Reheul, D., Van Steertegen, M., 1999. *Gebruik van genetisch gemodificeerde organismen*. MIRA-T 1999, chapitre 22.

<http://biosafety.ihe.be> : Serveur du service de biosécurité et biotechnologie

Le Dréaut, J.-Y., Révol, H. *L'utilisation des organismes génétiquement modifiés dans l'agriculture et dans l'alimentation*. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques Rapport 545 (97-98) - <http://www.senat.fr/rap/o97-5451/o97-54510.html>

Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture DG4, 1999. Qualité des matières premières et du Secteur Végétal, "Rapport d'activités 1997". http://iciwww.clecea.fgov.be/fr/rap/rap97_fr.html

Réseau Eco-consommation Wallonie, 1999. *Les OGM, vous connaissez ?* Cahiers de l'éco-consommation, septembre 1999.

2.8. Accidents

2.8.1. Risques d'accidents

2.8.1.1. Le Contexte

Le samedi 10 juillet 1976 un accident chimique majeur survint près de Seveso, dans la région lombarde en Italie, dans l'entreprise de produits cosmétiques et pharmaceutiques Icmesa, dépendant du groupe suisse Roche (Roche, 1999). Un réacteur contenant du trichlorophénol s'est mis à surchauffer de manière imprévisible. L'entreprise a besoin de trichlorophénol (TCP) comme produit intermédiaire dans la fabrication du désinfectant hexachlorophène, utilisé dans les savons à usage médical. La surchauffe du réacteur a provoqué une augmentation anormale de la pression, qui a entraîné la rupture du disque d'une vanne de sécurité.

Un mélange de composés chimiques s'est libéré par cette ouverture, dont la très toxique dioxine, sous forme d'un nuage d'aérosols qui s'est rapidement dispersé vers le sud-est, sur tout un vaste territoire, composé des communes de Seveso, Heda, Cesano Maderno et Desio. On estime à 2,5 kg le poids de dioxine transporté par le nuage ce 10 juillet, c'est-à-dire l'équivalent de 500 000 doses mortelles pour l'homme. Dans les jours et les semaines qui ont suivi, des inflammations de la peau et de l'acné chlorique se sont manifestées chez un grand nombre de personnes de cette région. Des poulets et des lapins sont morts et plusieurs habitants ont dû être évacués de leur logement.

Seveso a soulevé dans la population une onde d'anxiété, de craintes et de critiques. Pour beaucoup de gens, l'accident de Seveso symbolise le risque lié à la production chimique. Bien que les conséquences se soient avérées, a posteriori, fort heureusement plus limitées qu'on aurait pu le craindre puisque, malgré la très large contamination, il n'y a pas eu de mortalité immédiate humaine la Communauté Européenne a mis tout en œuvre pour tenter d'éviter de tels accidents.

Elle devrait également s'inspirer des enseignements de deux accidents, plus grave encore, survenus plus tard sur d'autres continents.

- celui de San Juan Ixhuatepec, dans la banlieue de Mexico-City, le 19 novembre 1984, dans une usine de gaz de pétrole (LPG) : le feu s'est déclaré suite à une fuite de gaz dans une aire de stockage et a provoqué une série d'explosions dans les 4 cuves sphériques contenant chacune 1 500 m³ de LPG. Les fragments métalliques chauds sont retombés sur les habitants du quartier, dont les maisons étaient situées parfois à seulement 130 m de l'usine, causant la mort de plus de 500 personnes, au moins 2 000 cas de brûlures graves et nécessitant l'évacuation de 60 000 personnes.
- celui de Bhopal, en Inde, le 3 décembre 1984, dans une entreprise fabriquant des pesticides et dépendant de Union Carbide : de l'eau introduite accidentellement ou volontairement dans une cuve de stockage de méthyl-isocyanate (MIC = composant essentiel des pesticides) a réagi violemment avec le produit et a provoqué instantanément le dégagement du gaz poison et sa diffusion dans tout un quartier pauvre de la ville, provoquant au moins 2 000 décès immédiats et des centaines de milliers de blessés graves. La malveillance ou l'erreur d'un ouvrier, ainsi que la panne simultanée des 3 systèmes de protection sont à la base de cet accident désastreux.

2.8.1.2. La Directive Seveso et son intégration en Région Wallonne

Activités et substances "Seveso"

La loi du 21.01.87 (MB du 10.03.87) reprend une liste d'installations industrielles susceptibles de présenter des risques d'accidents majeurs. Il s'agit :

1. des installations de production, de transformation ou de traitement des substances chimiques, organiques ou inorganiques utilisant à cette fin, entre autres les procédés d'alkylation, d'amination par l'ammoniac, de carbonylation, de condensation, de déshydrogénation, d'estérification, d'halogénéation et de fabrication des halogènes, d'hydrogénation, d'hydrolyse, d'oxydation, de polymérisation, de sulfonation, de désulfuration, de fabrication et de transformation des dérivés du soufre, de nitration et de fabrication des dérivés azotés, de fabrication des dérivés du phosphore, de distillation, d'extraction, de solvataion et de mélange, ainsi que la formulation de pesticides et de produits pharmaceutiques;
2. des installations pour la distillation ou le raffinage ou tout autre mode de transformation du pétrole ou des produits pétroliers;
3. des installations destinées à permettre l'élimination totale ou partielle des substances solides ou liquides par combustion ou par décomposition chimique;
4. des installations de production, de transformation ou de traitement de gaz produisant de l'énergie, par exemple, de gaz de pétrole liquéfié, de gaz naturel liquéfié et de gaz naturel de synthèse;
5. des installations pour la distillation sèche du charbon et du lignite;
6. des installations pour la production de métaux ou de non-métaux par voie humide ou au moyen de l'énergie électrique.

Elle cite également 28 substances ou catégories de substances dont le stockage, de quantités minimales spécifiées, s'avère dangereux, ainsi que 180 autres substances dont l'usage, la fabrication ou le transport sont considérés comme risques majeurs.

La directive européenne 82/501/CEE du 24 juin 1982 (JOC L 1982, 230, p.1), dite "Directive Seveso", résulte de l'accident survenu à Seveso. Elle concerne les risques d'accidents majeurs de certaines activités industrielles et marque la légitimation au niveau européen des intérêts des travailleurs, de la population et de l'environnement face aux effets de ces accidents (Zwetkoff, 1994). La norme implique des obligations assumées à la fois par les Etats et par les fabricants, chaque fois au niveau de la prévention et au niveau de l'accident.

Ainsi, les Etats doivent s'assurer que le fabricant prend les mesures les plus appropriées pour prévenir les accidents majeurs et limiter leur conséquences (art. 7) et que les personnes susceptibles d'être affectées par un accident soient informées adéquatement pour qu'elles réagissent de la façon la plus appropriée (art. 8). En cas d'accident, les Etats s'assurent que les mesures sont prises (art. 10) et ils sont tenus d'informer la population (art. 8) et la Commission (art. 11).

Par ailleurs, les fabricants sont tenus de prendre toutes mesures pour prévenir les accidents majeurs et en limiter les conséquences. Ils doivent fournir des renseignements sur les produits employés s'ils sont repris dans la liste des substances dangereuses (annexes II et III). En cas d'accident, le fabricant doit déclarer l'accident et communiquer les données relatives à l'accident et à son impact, informer des mesures prises pour y remédier immédiatement et l'éviter à l'avenir.

Depuis sa parution en 1982, la directive a été amendée (87/216/CEE) dans le sens d'une diminution des niveaux de seuil de substances dangereuses manipulées par les entreprises pour être considérés comme un risque majeur, ainsi que dans celui d'une mise à jour de la liste

des substances considérées comme dangereuses. Elle a été amendée une seconde fois (88/610/CEE) pour tenir compte des risques liés au stockage des substances.

A la lumière des accidents de Bhopal et de Hexico City, qui ont démontré que le risque augmente lorsque les sites dangereux sont proches des habitations, une seconde directive Seveso a été adoptée (Seveso II, 96/082/CEE). Celle-ci inclut des aspects nouveaux, comme la transmission de l'expérience des pays développés vers le tiers monde. Elle s'inquiète également des pollutions transfrontalières et du transport des substances dangereuses, notamment par les pipe-lines. Elle ajoute des activités, comme l'enfouissement d'ordures, à la liste des zones considérées "à risque" et rend plus sévère les procédures (plan d'urgence, ...).

Cette directive a été transposée dans le droit belge dès 1986 par un découpage de la gestion du risque technologique majeur en 3 volets essentiels :

- la protection du travail, organisée par le RGPT et relevant de l'autorité nationale;
- la protection de l'environnement, pour laquelle la compétence se partage entre l'Etat national et les Région;
- la protection de la population, qui entre dans la compétence du ministre de l'Intérieur.

La directive est intégrée dans l'ordre juridique par un ensemble de dispositions normatives (AERW du 11.12.86; AR du 06.08.91; AR du 13.06.91; AR du 19.06.90; AR du 22.04.88; AR du 06.11.87; Loi du 21.01.87, Art. 723 quinquies du RGPT, protocole d'accord du 09.12.86), dont l'esprit est proche de la directive européenne, mais qui précisent les autorités compétentes, les conditions d'application et la manière de gérer les situations de crise.

2.8.1.3. "Seveso" en Wallonie

Le tableau 1 reprend, pour 1999, la liste des entreprises "Seveso" (correspondant à la directive Seveso I) pour la Région Wallonne, ainsi que les substances considérées comme dangereuses en cas d'accident dans ces entreprises.

<i>Province</i>	Nom de l'entreprise	Localité	Substances considérées
Hainaut	Air Liquide s.a. – Division belge	Marchienne–au-Pont	Oxygène liquide
	Air Liquide s.a. – Division belge	Baudour	Oxygène liquide
	Distrigaz s.a.	Anderlues	propane
	Amoco Manufacturing Plant	Feluy	butylène
	Fina Europe s.a.	Feluy	essence
	Kemira s.a.	Tertre	ammoniac, nitrate d'ammonium
	Fina Chemicals	Feluy	propène, propane
	Enichem	Tertre	oxyde d'éthylène, oxyde de propylène
	Pantochim s.a.	Feluy	butane
Liège	Air Liquide s.a. – Division belge	Seraing	oxygène liquide
	Chimac-Agriphar s.a.	Ougrée	méthyl-parathion, éthyl-parathion et autres produits toxiques (pesticides)
	Primagaz s.a.	Ans	propane, butane
	Kabelwerk eupen a.g.f.	Eupen	di-isocyanate de toluène

	Prayon-Rupel société technique	Engis	(TDI) dioxyde de soufre, ammoniac
Namur	Glaverbel s.a. Solvay Benelux s.a. Solvay Benelux s.a. Solvay Benelux s.a.	Moustier-sur-Sambre Jemeppe-sur-Sambre Jemeppe-sur-Sambre Jemeppe-sur-Sambre	sels de selenium chlore peroxyde de l'hydrogène chlorure de vinyle
Luxembourg	Lambiotte	Marbehan	Formaldéhyde
<p>Tableau 1 – Entreprises répertoriées "Seveso" en Région Wallonne en 1999, et substances considérées comme dangereuses en cas d'accident dans ces entreprises.</p> <p>Source –DGRNE, 1999.</p>			

Ce sont les arrondissements de Charleroi, Liège et Namur qui sont le plus concernés par les risques d'accidents majeurs.

Les substances considérées sont variées et incluent notamment les gaz combustibles (propane, butane, ...) et l'oxygène, qui est un comburant et qui peut donc réagir violemment avec toute matière combustible.

2.8.1.4. Les risques liés à la dioxine

L'accident de Seveso impliquait la dioxine. En Belgique, les événements de la fin du printemps 1999 concernant la contamination des produits issus de volailles, de bovins et de porcs mettaient également en cause la dioxine.

La dioxine est effectivement une molécule redoutable, la forme la plus dangereuse étant la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzoparadioxine (TCDD), qui est la dioxine de Seveso.

Les molécules de dioxine se rencontrent à l'état d'impuretés dans les herbicides et les défoliants. Elles peuvent aussi se former spontanément lors de la combustion incomplète d'une grande variété de molécules organochlorées (Pouvreau, 1998).

Les sources les plus significatives de pollution atmosphérique par la dioxine sont :

- le pentachlorophénol utilisé pour la préservation du bois;
- les incinérateurs de déchets;
- les usines de pâtes et papiers qui ont recours au blanchiment au chlore;
- l'agglomération en sidérurgie.

Les dioxines se forment au cours des procédés de production ou après utilisation du produit. Par exemple, les poteaux et les traverses de chemin de fer en bois, traités au chlorophénol, deviennent une source de dioxines très importante lorsqu'ils sont brûlés en fin de vie, tout comme les bouteilles en PVC lors de leur incinération.

Les normes d'émissions dans l'air réglementent les dioxines libérées au terme d'une opération de combustion. Elles sont exprimées en concentrations, c'est-à-dire en TEQ/m³ (TEQ = équivalent toxique) : c'est la quantité de dioxines qui peut être émise par m³ de gaz ou de fumée. Le TEQ a été introduit parce que toutes les dioxines ne présentent pas le même degré de toxicité. La toxicité de chaque dioxine est mesurée par rapport à la 2,3,7,8 TCDD. La norme souvent choisie comme référence est celle d'une directive européenne qui fixe les émissions admissibles à 0,1 nanogramme TEQ/m³. Il n'y a pas de norme spécifique pour la Région Wallonne.

La loi concernant les risques d'accidents majeurs des activités industrielles (21.01.87 ou "Seveso II") considère la 2,3,7,8 TCDD comme "très toxique" et impose une limite de 1 kg de substance stockée, transportée, fabriquée ou manipulée en une fois en rapport avec l'activité industrielle concernée.

Pour l'alimentation, qui contribue pour plus de 90 % à l'exposition globale chez l'homme, les normes font référence à la quantité mesurée dans les graisses, puisque celles-ci sont le refuge de prédilection des dioxines. Les normes les plus courantes (européennes) pour le lait sont de 1 pg/g de matière grasse (pg = pico-gramme = un millième de milliardième de gramme); à 3 pg/g de matière grasse, la consommation des produits est déconseillée et à 5 pg/g de matière grasse, les produits doivent être retirés de la vente.

Le risque pour la santé est mesuré par la concentration de dioxines à laquelle un individu peut être exposé quotidiennement durant toute sa vie. L'organisation mondiale de la santé (OMS) a établi en 1990 une dose journalière admissible de 10 pg par kg de poids corporel et par jour. La tendance actuelle, en France et aux USA notamment, est de réduire considérablement cette dose admissible. La dioxine est éliminée du corps très lentement : la demi-vie, ou durée au terme de laquelle la substance a diminué de moitié dans l'organisme, est comprise entre 5 et 20 ans. Les atomes de chlore présents dans sa molécule confère à la dioxine un "blindage" contre sa destruction par l'organisme et son accumulation stimule des gènes qui jouent un rôle dans la promotion des cancers. Elle peut être également à l'origine d'autres maladies, comme le choracné, ou troubles fonctionnels.

Bibliographie

Roche, 1999. <http://www.roche.com/roche/about/esevesa.htm>

Zwetkoff, C., 1994. *Le contenu normatif de la directive Seveso et son intégration en Région Wallonne*. Environnement et Société, **12**, 9-14.

Pouvreau, M.A., 1998. *Les dioxines et les furanes*.
<http://www.verts-lorraine.org/themes/inci/synthese.htm>