

Etat de l'Environnement wallon

**Etudes - Expertises**

# **Performance environnementale de quelques secteurs industriels en Région wallonne**

Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du  
Rapport analytique 2006-2007 sur l'Etat de l'Environnement wallon

*Ce Rapport est réalisé sous la responsabilité exclusive de son auteur  
et n'engage pas la Région wallonne*

**Daniel Tyteca & Eric Hody** (pour les secteurs de la métallurgie, du verre et de la production  
d'électricité)

Centre Entreprise – Environnement  
Institut d'Administration et de Gestion (IAG)

**UCL**  
[www.ucl.ac.be](http://www.ucl.ac.be)

**Septembre 2006**

Les Rapports sur “l'état de l'environnement wallon” sont établis par la Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGRNE) du Ministère de la Région wallonne, en étroite collaboration avec les universités et les centres de recherche francophones de Wallonie et de Bruxelles (Art. 5 du Décret du 21 avril 1994 relatif à la planification en matière d'environnement dans le cadre du développement durable).

*Le 31 mai 2002, le Gouvernement wallon a adopté une convention -cadre pour financer la mise en place d'une coordination inter-universitaire, fondée sur une équipe scientifique permanente et sur un réseau d'expertise. Cette convention-cadre a été passée avec le Centre d'Etude du Développement Durable (CEDD) de l'Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire (IGEAT) de l'Université Libre de Bruxelles (ULB). L'équipe scientifique est pluridisciplinaire et travaille avec la DGRNE qui assure la coordination générale. Les chercheurs comme les experts scientifiques sont issus de différentes universités.*

**<http://environnement.wallonie.be/eew/>**

## **Table des matières**

### **Introduction**

*Contexte du présent rapport et objectifs poursuivis*

*Choix des secteurs pour les analyses sectorielles détaillées*

*Indicateurs utilisés dans les monographies sectorielles*

### **Analyses sectorielles :**

**Chimie, Ciment, Métallurgie, Verre, Production d'électricité, Papier**

### **Structure générale des analyses sectorielles :**

*Description générale*

Aperçu des procédés et composantes du secteur

Le secteur en Wallonie

Tendances socio-économiques

*Les enjeux environnementaux du secteur*

*Evolution des impacts environnementaux*

Tendances générales 1990 – 2002

Tendances détaillées 1995 – 2001

### **Conclusions**

*A propos des indicateurs : choix méthodologiques, pragmatisme et objectivité*

*Les performances environnementales se sont-elles améliorées ?*

*Un mot d'écologie industrielle*

### **Références bibliographiques**

## **Introduction**

### **Contexte du présent rapport et objectifs poursuivis**

Le présent document s'inscrit dans le cadre du Rapport sur l'état de l'environnement wallon 2006 (MRW-DGRNE). L'objectif poursuivi est de fournir quelques balises permettant d'évaluer l'impact environnemental des principaux secteurs industriels en Région wallonne, en se basant sur une série d'indicateurs socio-économiques et environnementaux plus ou moins agrégés. Il ne s'agit donc pas d'une analyse environnementale exhaustive de l'industrie wallonne, mais plutôt d'un éclairage analytique particulier, qui vient en complément d'un certain nombre d'études et de sources de données déjà disponibles à l'heure actuelle pour la Région wallonne.

### **Choix des secteurs pour les analyses sectorielles détaillées**

Dans le Tableau 1, nous avons effectué un relevé des divers secteurs industriels wallons, précisant la place prise par chacun suivant différents critères socio-économiques et environnementaux. Le Tableau 2 donne quant à lui la liste des cinquante plus grandes entreprises wallonnes, en termes de nombre de personnes employées dans la Région. Les secteurs apparaissent dans la dernière colonne.

Le Tableau 1 fait clairement apparaître la prépondérance de quelques secteurs. La chimie et la métallurgie jouent un rôle de premier plan, aussi bien du point de vue environnemental que dans une optique socio-économique. D'autres secteurs importants sont le secteur alimentaire, les secteurs du papier et de l'imprimerie, des minéraux non métalliques, des machines et équipements, et de la production d'électricité. Il apparaissait donc opportun d'effectuer des analyses sectorielles, au moins sur les deux premiers cités, et sur certains de ceux cités en second lieu. Nous avons utilisé les critères suivants dans notre identification :

1. L'importance du point de vue environnemental ;
2. L'importance du point de vue socio-économique ;
3. La disponibilité de données pertinentes ;
4. La représentativité en termes de taille ; entre autres, la représentativité des PME ;
5. La diversité des points de vue permis par l'analyse ;
6. L'homogénéité des impacts environnementaux et socio-économiques.

Les deux premiers critères ont été discutés plus haut. Le troisième est rapidement apparu comme un élément déterminant. Les trois autres critères visent à apporter un éclairage suivant des points de vue complémentaires.

Suivant le point de vue de la disponibilité des données, les rapports sectoriels de l'ICEDD ont été particulièrement précieux, et il a été primordial pour nous de pouvoir disposer des données qui ont servi à élaborer ces rapports. Les études sectorielles réalisées par l'ICEDD concernent, outre la chimie et la métallurgie, l'industrie alimentaire, l'industrie du bois, les secteurs du verre, du ciment, des autres minéraux non métalliques, de la production

électrique, et l'industrie du papier et de l'imprimerie. Finalement, ont été retenus (en plus de la chimie et de la métallurgie) : la production électrique, qui nous permettait l'étude d'un secteur plus homogène et significatif selon plusieurs points de vue environnementaux ; l'industrie cimentière elle aussi homogène et intéressante de par la possibilité de recourir à des inputs et combustibles de substitution ; le papier et l'imprimerie en raison du nombre significatif de PME qu'on y rencontre ; enfin l'industrie du verre qui apporte un point de vue complémentaire à celui du ciment au sein du secteur des minéraux non métalliques.

Le Tableau 2 montre que les (sous-) secteurs retenus sont bien représentatifs, également, des entreprises parmi les plus grandes présentes en Région wallonne. La Fig. 10 illustre la représentativité des six (sous-) secteurs retenus du point de vue de leur importance socio-économique et/ou environnementale.

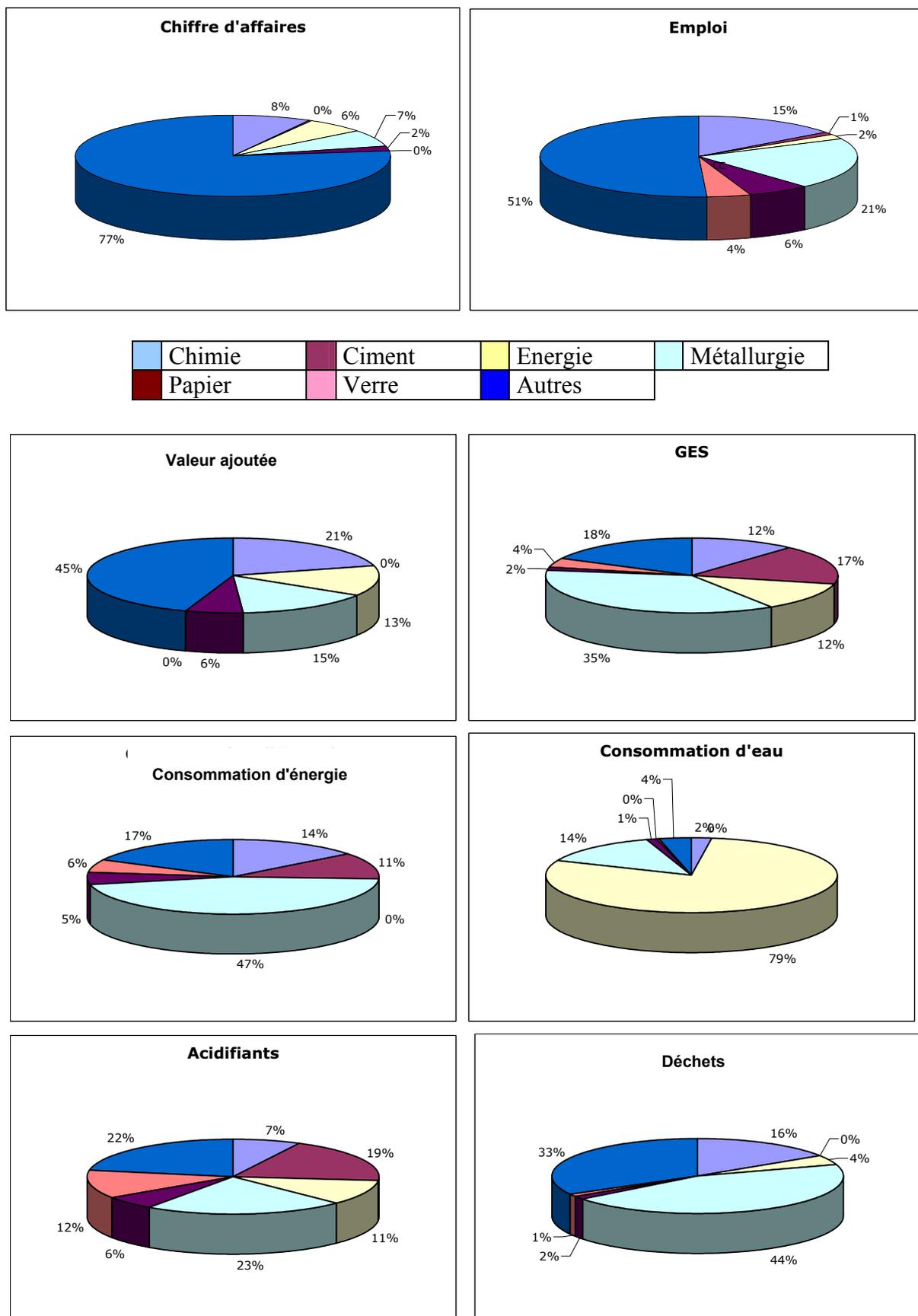
**Tableau 1.** – Classement des différents secteurs économiques suivant les variables socio-économiques et environnementales (d'après données ICEDD 2005)

Variable socio-économique ou environnementale	Secteur secondaire : industrie												
	Pourcentage dans l'économie wallonne	Extraction de produits non énergétiques	Alimentaire	Textile et cuir	Bois et articles en bois	Papier et imprimerie	Chimie	Minéraux non métalliques	Métallurgie	Machines et équipements	Autres industries manufacturières	Gestion des déchets	Production d'énergie, y compris nucléaire
Emploi	16,2	11	4	8	9	6	3	5	1	2	12	10	7
Chiffre d'affaires	37,1	10	5	8	9	7	1	6	2	4	11	12	3
Valeur ajoutée	19,6	9	5	11	12	7	1	6	3	2	10	8	4
Exportations	61,9	10	4	6	9	7	1	5	3	2	12	11	8
Investissements	22,3	9	4	10	8	7	2	6	3	5	11		1
Consommation d'énergie	45,2		4	8		5	3	2	1	7	(6)		
Consommation d'eau	91,1	4	7	9	11	6	3	8	2		(10)	5	1
Emissions de GES	55,0		5	9		6	4	2	1	7	(8)		3
Polluants acidifiants *	44,0		5	7		2	4	1			(6)		3
Volume d'eaux usées	90,6	4	7	9	11	6	3	8	2		(10)	5	1
DCO des eaux usées	19,6	9	2	5	10	3	1	7	4		11	6	8
Matières en suspension *	6,0	4	2	6	9	3	1	7	5		(10)		8
Azote eaux usées *	17,5	4	3	6	10	5	2	7	1		(9)		8
Phosphore eaux usées	11,6	9	2	5	10	6	1	7	3			4	8
Déchets	56,0	9	2	11	8	7	3	5	1	6	(10)		4
Nombre de fois n° 1							6	1	5				3
<b>Moyenne</b>		7,7	4,1	7,9	9,7	5,5	2,2	5,5	2,3	4,4		7,6	4,8

\* Données manquantes ou secteurs cités deux fois

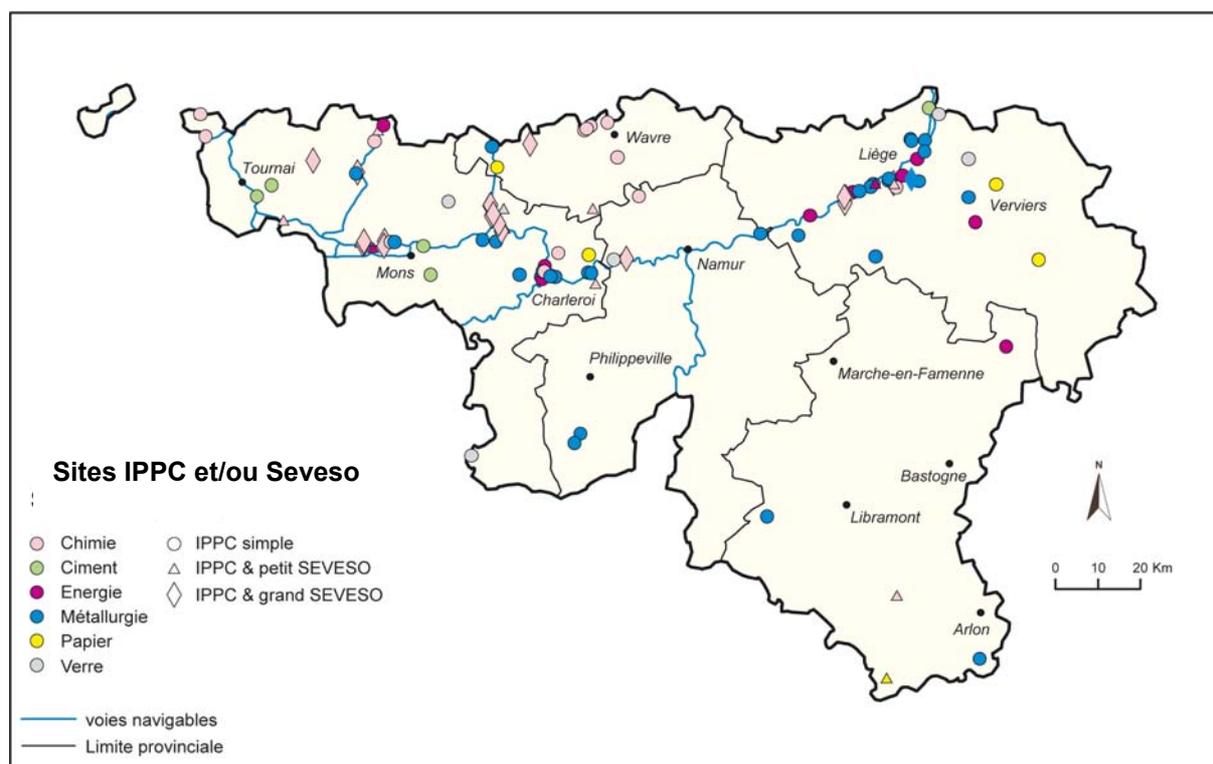
**Tableau 2.** – Les 50 plus grandes entreprises wallonnes dans l’industrie  
(Source : UWE 2005 – en jaune, les secteurs sélectionnés dans notre analyse).

	Entreprise	Emploi total	Emploi W estimation	Secteur
1	ARCELOR (Liège, Carinox, Industeel)	7.782	7.782	Métallurgie
2	CATERPILLAR BELGIUM	5.528	4.667	Machines & équipements
3	GSK	3.735	3.735	Chimie
4	DUFERCO (la Louvière, Clabecq, Carsid)	3.184	3.184	Métallurgie
5	ELECTRABEL	15.278	3.029	Electricité
6	GLAVERBEL	3.009	2.400	Verre
7	SONACA	2.308	1.890	Aéro + Chimie + Métallurgie
8	BAXTER	6.294	1.600	Chimie
9	TECHSPACE AERO	1.225	1.225	Aéronautique + Métallurgie
10	CABLERIE D’EUPEN	1.125	1.125	Machines & équip. + Chimie
11	SAINT-GOBAIN (glass Benelux / Sekurit)	1.074	1.074	Verre
12	INTERBREW BELGIUM SA	2.894	1.050	Alimentaire
13	UCB	3.165	1.050	Chimie
14	TOTAL PETROCHEMICALS F	920	920	Chimie
15	FN HERSTAL	919	919	Machines & équipements
16	CMI	903	903	Métallurgie + Mach & équip.
17	FERRERO ARDENNES SA	773	773	Alimentaire
18	VALEO VISION BELGIQUE	756	756	Machines & équipements
19	GROUPE LHOIST	753	753	Chaux + carrières
20	PRAYON	1.370	744	Chimie
21	BURGO ARDENNES	717	717	Papier
22	MAGOTTEAUX INTERNATIONAL	2.211	712	Métallurgie
23	SOLVAY	1.509	712	Chimie
24	ALSTOM BELGIUM	929	700	Machines & équipements
25	HOLCIM (Haccourt, Mortier, Porfibel)	681	681	Ciment
26	MEDIABEL	654	654	Papier & édition
27	ARJO WIGGINS BELGIUM	638	638	Papier
28	TER BEKE	1.100	600	Alimentaire
29	ALCATEL	4.465	594	Machines & équipements
30	MACTAC EUROPE	584	584	Machines & équipements
31	KRAFT FOODS	1.946	577	Alimentaire
32	SPA MONOPOLE	576	576	Alimentaire
33	RAFFINERIE TIRLEMONTAISE	718	570	Alimentaire
34	EXXONMOBIL CHEMICALS FILMS EUR	556	556	Chimie
35	NVM	554	554	Verre
36	DUROBOR	527	527	Verre
37	MCBRIDE	1.085	509	Chimie
38	CARMEUSE	485	485	Chaux + carrières
39	CARRIERES DU HAINAUT	474	474	Carrières
40	C.C.B.	473	473	Ciment
41	CP BOURG	466	466	Machines & équipements
42	ISERA & SCALDIS SUGAR	456	456	Alimentaire
43	CARTOMILLS	451	451	Papier + édition
44	NEXANS BENELUX	748	450	Mach & équip. + Métallurgie
45	CBR	809	450	Ciment
46	NMC	440	440	Chimie
47	MATERNE - CONFILUX	439	439	Alimentaire
48	FABRICOM	2.643	437	Machines & équipements
49	L’OREAL Libramont	434	434	Chimie
50	CORMAN	408	408	Alimentaire



**Fig. 10.** – Représentativité des six (sous-) secteurs industriels wallons retenus, suivant huit grandeurs socio-économiques et environnementales (Source : ICEDD 2005).

La localisation des sites classés IPPC et/ou Seveso pour les six (sous-) secteurs mentionnés ci avant est présentée à la Carte 1.



**Carte 1.** – Sites industriels classés IPPC et/ou Seveso (Source : CEEW, 2006)

### **Indicateurs utilisés dans les monographies sectorielles**

Outre la description qualitative des efforts mis en œuvre par les différents secteurs pour atténuer leurs impacts environnementaux, nous avons tenté de quantifier cette évolution tant que faire se peut. C'est ainsi que nous avons largement utilisé les données récoltées par l'ICEDD, concernant différents paramètres socio-économiques et environnementaux au cours des périodes récentes (en général à partir de 1990). La majorité des variables, appelées « génériques », sont pertinentes pour l'ensemble des secteurs. Leur liste apparaît au Tableau 3. D'autres variables ou paramètres n'interviennent ou ne sont pertinents qu'au sein de certains secteurs ; une description en sera donnée, le cas échéant, dans les différentes monographies sectorielles du présent document.

Dans un but de comparaison globale, notamment pour suivre l'évolution des performances environnementales d'un secteur au cours du temps, il est souvent utile de disposer de chiffres synthétiques, reflétant la performance d'ensemble d'une unité de production (site, entreprise ou secteur). De nombreuses procédures existent et ont fait l'objet de développements plus ou moins poussés dans la littérature scientifique spécialisée. De tels indicateurs agrégés font souvent l'objet de controverses, parce qu'ils présupposent qu'on accorde un poids aux différents impacts pris en compte avant leur agrégation, et qu'il n'est pas toujours évident d'obtenir un système de poids qui fasse l'unanimité des intervenants.

**Tableau 3.** – Variables génériques utilisées dans la description de la plupart des analyses sectorielles (ICEDD 2005).

Variable	Unité	Variable	Unité
<b>Variables socio-économiques</b>		<b>Pollution atmosphérique</b>	
Emploi	Nombre	CO <sub>2</sub>	kt éq-CO <sub>2</sub>
Chiffre d'affaires	M EURO	CH <sub>4</sub>	kt éq-CO <sub>2</sub>
Valeur ajoutée	M EURO	N <sub>2</sub> O	kt éq-CO <sub>2</sub>
Exportations	M EURO	Total GES	kt éq-CO <sub>2</sub>
Investissements totaux	M EURO	SO <sub>2</sub>	t éq-Acide
<b>Combustibles fossiles comme input matière</b>		NO <sub>x</sub>	t éq-Acide
Comb. fossiles solides	GJ	NH <sub>3</sub>	t éq-Acide
Produits pétroliers	GJ	Total acidifiants	t éq-Acide
Gaz naturel	GJ	NO <sub>x</sub>	tonnes
Total	GJ	COVNM	tonnes
<b>Consommation d'électricité</b>		CO	tonnes
Récupération	GJ	Total photochimiques	tonnes
Electricité achetée	GJ	Total métaux lourds	tonnes
Electricité autoproduite	GJ	<b>Pollution de l'eau</b>	
Total	GJ	Volume total déversé	M m <sup>3</sup>
<b>Consomm. totale d'énergie</b>	GJ	Matières en suspension	tonnes
<b>Consommation d'eau</b>		DCO	tonnes
Eau de refroidissement	M m <sup>3</sup>	Azote	tonnes
Eau de process	M m <sup>3</sup>	Phosphore	tonnes
Eau non déversée	M m <sup>3</sup>	Métaux lourds	tonnes
Total eau	M m <sup>3</sup>	<b>Déchets : gisement total estimé</b>	tonnes

Une première étape dans la mise au point de tels indicateurs consiste à énumérer les variables pertinentes dans la représentation des performances environnementales de l'unité de production analysée. Dans notre cas, l'unité sera un secteur ou un sous-secteur industriel donné. Les variables peuvent dépendre du type de secteur, mais comme nous l'avons indiqué plus haut, certaines, que nous avons qualifiées de génériques, ont une pertinence dans l'ensemble des secteurs (Tableau 3).

Pour la construction d'indicateurs agrégés, ainsi que pour la détermination des périodes couvertes par les données et l'identification des variables pertinentes, nous avons procédé selon la méthode exposée à l'Encadré 1.

Dans la suite de ce rapport, nous appellerons l'indicateur agrégé ainsi décrit, l'indicateur de *Jaggi et Freedman* (J-F en abrégé), du nom des auteurs qui en ont pour la première fois proposé l'utilisation (Jaggi & Freedman, 1992). Nous utiliserons de tels indicateurs aussi bien au niveau individuel (relatif à une seule variable), à un niveau intermédiaire (agrégant les variables relatives à un « *domaine* » particulier, par exemple la pollution atmosphérique), qu'au niveau agrégé global, regroupant tous les critères.

## Encadré – Note méthodologique sur la construction des indicateurs globalisés

### 1. Méthode de calcul théorique des indicateurs globalisés

Le calcul d'indicateurs globalisés développé ici s'inspire de la méthode proposée par Jaggi & Freedman (1992), d'où la dénomination parfois utilisée d'indicateurs de Jaggi & Freedman (J&F). L'objectif est d'agrèger des impacts distincts en un indicateur unique, dans un but de comparaison. On peut par exemple regrouper de cette façon les émissions atmosphériques de différents types de polluants, ou encore les consommations de matières (matières première, eau, énergie).

En pratique, la construction d'indicateurs J&F se fait en 2 étapes :

- 1) une *normalisation* préalable des données, sur base de la série temporelle disponible. Pour chaque indicateur de base, la normalisation se fait sur base de la valeur la plus élevée de la série temporelle. Pour un indicateur de base donné, le calcul pour une année *a* est le suivant :

$$(valeur\ de\ l'année\ a)/(valeur\ la\ plus\ élevée\ de\ la\ série\ temporelle)$$

- 2) on effectue ensuite la moyenne, par année, des différents indicateurs de base normalisés. Chaque indicateur de base a donc un poids identique dans la moyenne.

Considérons l'exemple suivant :

Impact \ Année	1995	1996	1997	1998
Rejets de CO <sub>2</sub>	585	532	541	508
DCO eau usée	1 088	997	936	941
Déchets	78,9	82,5	79,1	65,4
CO <sub>2</sub> (normalisé)	1	0,9094	0,9248	0,8684
DCO (normalisé)	1	0,9164	0,8603	0,8649
Déchets (normalisé)	0,9564	1	0,9588	0,7927
Moyenne (indic. J-F)	0,9855	0,9419	0,9146	0,8420
Moyenne / 1995	1	95,6 %	92,8 %	85,4 %

La valeur maximale des rejets de CO<sub>2</sub> est celle de l'année 1995, qui sert de référence pour cet indicateur de base. Les valeurs observées au cours de chacune des années sont divisées par cette valeur, ce qui donne les « rejets de CO<sub>2</sub> normalisés ». On procède de même pour les deux autres types de pressions. Enfin, pour chaque année, on calcule l'indicateur globalisé comme étant la moyenne des trois rejets normalisés. Pour chaque année, on obtient ainsi une grandeur inférieure ou au plus égale à 1 (100 %), valeur qui ne serait atteinte que pour une année où s'observeraient les pires valeurs pour chacune des pressions analysées. L'évolution à la baisse de la moyenne, entre 1995 et 1998, indique dans ce cas-ci une amélioration des performances environnementales.

Un indice d'évolution (année de référence : 1995) peut aussi être calculé en divisant les moyennes par la valeur de 1995. Cette opération permet notamment de comparer l'évolution relative de différents indices J&F globalisés.

A noter pour finir que la méthode de calcul théorique des indicateurs J&F décrite ci-dessus n'a pas été appliquée dans le présent document, mais bien dans les fiches sectorielles consacrées aux secteurs de la chimie et de la métallurgie, qui font partie du chapitre Entreprises du Rapport 2006 sur l'état de l'environnement wallon.

## 2. Approche mise en oeuvre dans le cadre du présent rapport (analyses sectorielles)

Comme déjà mentionné, le calcul des indicateurs globalisés présentés dans le présent rapport pour différents secteurs de l'industrie wallonne diffère quelque peu des indicateurs J&F théoriques développés ci-avant.

D'une part, il a été décidé de pondérer les différents indicateurs de pressions environnementales d'un secteur industriel donné par une mesure de l'activité économique dans ce secteur. L'évolution obtenue pour les indicateurs de pressions n'est donc plus absolue, mais relative. Cette approche permet par ailleurs de comparer des unités de production de taille différente au sein d'un même secteur. Le paramètre utilisé pour cette pondération a été le chiffre d'affaire (CA). Ce choix, essentiellement dicté par une question de disponibilité de données, présente le désavantage d'intégrer l'effet de l'inflation. Une pondération par le volume de production aurait par exemple permis d'éviter cet écueil, mais n'était possible que pour une partie des secteurs étudiés.

D'autre part, la normalisation des séries temporelles d'indicateurs de pressions environnementales se base non plus sur la valeur maximale de l'échantillon, mais sur le minimum, de façon à mettre en évidence la performance environnementale des différents secteurs. Une diminution des émissions de CO<sub>2</sub> se traduira ainsi par une augmentation de la valeur de l'indicateur normalisé correspondant (amélioration des performances).

Pour un indicateur de base donné, le calcul pour une année *a* est le suivant :

$$(valeur\ la\ plus\ basse\ de\ la\ série\ temporelle)/(valeur\ de\ l'année\ a)$$

A noter également que certains indicateurs, comme la part valorisée des déchets ou la proportion d'énergie renouvelable utilisée, n'ont pas nécessité de normalisation (ces indicateurs sont déjà sous forme d'un pourcentage, et une valeur croissante indique une amélioration des performances environnementales).

## 3. Données et séries temporelles disponibles (pour les secteurs analysés dans le cadre du présent rapport)

Les données disponibles couvrent en général deux périodes distinctes, suivant les domaines concernés :

- La période 1990-2002, au cours de laquelle les variables suivantes étaient disponibles pour les six secteurs étudiés :
  - o (1) variables socio-économiques : chiffre d'affaire, importations, production (en volume ou en indice de production) ;
  - o (2) variables d'inputs (ressources utilisées) : consommation d'énergie et, le cas échéant, électricité consommée, et combustibles utilisés comme inputs ;
  - o (3) variables d'impact environnemental : émissions de polluants atmosphériques (gaz à effet de serre, polluants acidifiants, polluants photochimiques, métaux lourds).
  
- La période 1995-2002, au cours de laquelle, outre les variables citées ci-dessus, les données existaient pour les variables suivantes :
  - o (1) variables socio-économiques : valeur ajoutée, emploi et productivité ;
  - o (2) variables d'inputs (ressources utilisées) : consommation d'eau ;
  - o (3) variables d'impact environnemental : pollution de l'eau (volume d'eaux rejetées, demande chimique en oxygène, matières en suspension, azote, phosphore, métaux lourds) et déchets solides produits.

Les variables socio-économiques ont en général été utilisées individuellement et apparaissent telles quelles dans les graphes de tendances. C'est également le cas de la consommation d'énergie au cours de la période 1990-2002, lorsqu'elle apparaît seule. Dans les autres cas, les variables d'inputs et d'impact environnemental ont fait l'objet d'agrégations, suivant la méthodologie exposée au point 1, de sorte qu'elles apparaissent dans les graphes,

- Pour la période 1990-2002, la pollution atmosphérique agrégée ;
- Pour la période 1995-2002, l'utilisation d'inputs agrégée (consommation d'énergie et d'eau) ;
- Pour la période 1995-2002, l'impact environnemental agrégé (regroupant la pollution atmosphérique, la pollution de l'eau et les déchets).

Ce schéma méthodologique a globalement été adopté dans les six secteurs, sauf dans les situations où des variables particulières manquaient, ou au contraire, où d'autres variables pertinentes étaient disponibles et s'avéraient significatives pour un secteur donné. Le cas échéant, ces situations particulières sont mentionnées dans le texte.

#### **4. Référence bibliographique**

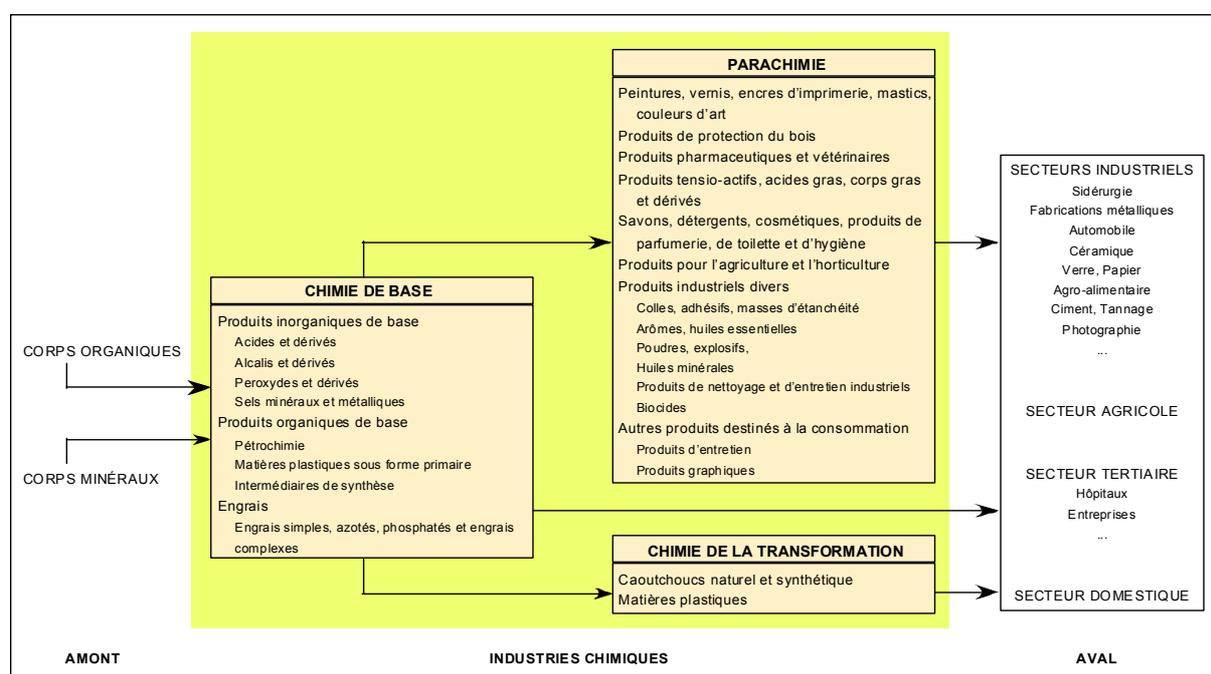
Jaggi, B. & Freedman, M., 1992. An examination of the impact of pollution performance on economic and market performance: pulp and paper firms. *Journal of Business Finance and Accounting* **19**, 697-713.

## Analyse sectorielle : L'industrie chimique

### Description générale

#### *Aperçu des procédés et composantes du secteur*

L'industrie chimique regroupe un ensemble très hétérogène d'activités qui ont pour objet de transformer des corps organiques et minéraux en produits divers en vue de les doter de propriétés chimiques et physiques exigées par leur utilisation ou leur consommation ultérieure. La définition du secteur utilisée ici est choisie sur base de la classification suivie par Fedichem Wallonie<sup>1</sup>. Le secteur est constitué de la chimie de base, de la parachimie et de la chimie de la transformation, trois grandes catégories d'activités qu'on distingue au sein de l'industrie chimique selon le stade de transformation des produits (Fig. 11).



**Fig. 11.** - La filière chimique en Wallonie (source : ICEDD 2005).

La chimie de base (NACE<sup>2</sup> 24.1) regroupe deux grandes catégories d'activités :

- La chimie minérale ou chimie inorganique de base, qui utilise essentiellement de l'eau, de l'air et des minéraux (sel, soufre, calcaire, sable, phosphates, ...). Elle regroupe quatre activités distinctes : fabrication de gaz industriels ou médicaux liquéfiés ou comprimés, fabrication de colorants et pigments, fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base, et fabrication de produits plus élaborés comme les engrais simples ou complexes et produits azotés.

<sup>1</sup> Fedichem est la fédération des entreprises chimiques de Belgique ([www.fedichem.be](http://www.fedichem.be)).

<sup>2</sup> NACE = Nomenclature des Activités économiques dans la Communauté Européenne. Sigle adopté afin d'établir une nomenclature statistique commune des secteurs économiques, garantissant la comparabilité entre nomenclatures nationales et nomenclatures communautaires et, partant, entre statistiques nationales et statistiques communautaires.

- La chimie organique ou chimie du carbone, avec essentiellement la pétrochimie en Wallonie. Elle traite principalement des composés du carbone présents dans les végétaux et la houille (carbochimie), et dans le pétrole et le gaz naturel (pétrochimie). Les "grands intermédiaires" de la pétrochimie sont notamment les oléfines et les fractions aromatiques BTX (benzène, toluène, xylène).

Les industries de la parachimie (NACE 24.2 à 24.7) partent des produits de la chimie de base et d'extraits végétaux ou animaux pour élaborer des produits fonctionnels. Elles en effectuent la production par de nombreuses activités de transformation qui font davantage appel à des traitements physiques ou à des opérations de mélange et de conditionnement.

L'industrie de la transformation, en aval de la filière, concerne les matières plastiques et les caoutchoucs naturels et synthétiques (NACE 25). Les matières plastiques issues de la pétrochimie y sont transformées en produits directement utilisables par les autres secteurs industriels et par les ménages. Si toutes les activités industrielles consomment des matières plastiques, certains secteurs comme l'industrie électronique et électrotechnique, l'industrie automobile, le bâtiment, l'emballage et l'agriculture en sont les plus gros consommateurs.

#### *Le secteur en Wallonie*

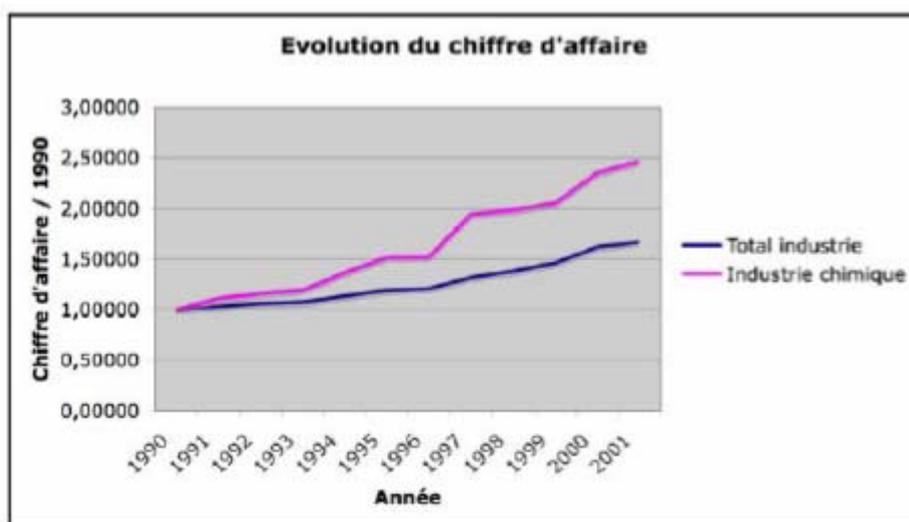
Le Tableau 4 indique de façon plus précise les sous-secteurs qui composent chacune des trois grandes catégories d'activités de l'industrie chimique, et donne, pour la Wallonie, une idée de l'importance relative des divers sous-secteurs, en termes d'emploi, de nombre d'établissements et de pourcentages d'emploi du secteur global. On y voit aussi apparaître l'emploi par établissement, ce qui fournit une idée de la taille moyenne des établissements dans les différents sous-secteurs. La structure est assez diversifiée, avec les plus gros établissements dans le sous-secteur des produits pharmaceutiques, et une majorité de PME dans le sous-secteur de la chimie de la transformation. Dans l'ensemble cependant, la taille des établissements est très diversifiée, puisqu'on retrouve dans le secteur plusieurs des plus grosses entreprises de Wallonie (voir Tableau 2 de la partie générale) ; par déduction, avec le Tableau 4, on a donc affaire à un nombre significatif de PME dans l'ensemble du secteur.

**Tableau 4.** – Sous-secteurs de l’industrie chimique, avec indication de l’emploi relatif et du nombre d’établissements en Wallonie (source : ICEDD 2005).

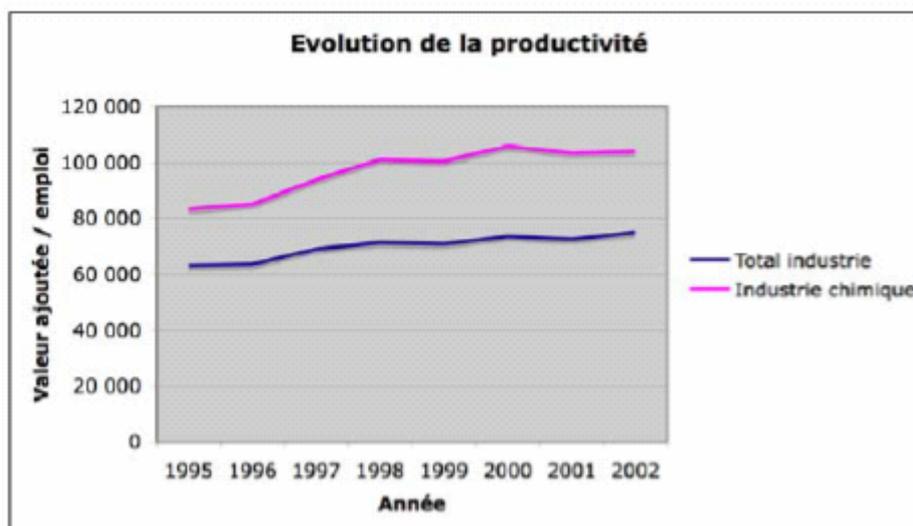
Activité	Sous-secteur NACE	Emploi	Etablissements	Emploi/établissement	Emploi (% du secteur)
<b>Chimie de base</b>	<b>24.1</b>	6022	77	78,2	26,5
<i>Chimie minérale ou chimie inorganique de base</i>					
Gaz industriels ou médicaux liquéfiés ou comprimés	24.11	395	15	26,3	1,7
Colorants et pigments	24.12	561	6	93,5	2,5
Autres produits chimiques inorganiques de base	24.13	1 042	9	115,8	4,6
Engrais simples ou complexes, produits azotés	24.15	797	11	72,5	3,5
<i>Chimie organique ou chimie du carbone (pétrochimie)</i>					
Chimie organique de base proprement dite	24.14	1 112	17	65,4	4,9
Matières plastiques de base	24.16	2 060	18	114,4	9,0
Caoutchoucs synthétiques et élastomères	24.17	55	1	55	0,2
<b>Parachimie</b>		12 207	151	80,8	53,6
Produits agrochimiques	24.2	429	8	53,6	1,9
Peintures, vernis et encres d’imprimerie	24.3	567	27	21,0	2,5
Produits pharmaceutiques	24.4	8 067	37	218,0	35,4
Savons, détergents, produits d’entretien, parfums et cosmétiques	24.5	1 463	29	50,4	6,4
Fabrication d’autres produits chimiques	24.6	1 380	47	29,4	6,1
Fibres artificielles ou synthétiques	24.7	301	3	100,3	1,3
<b>Chimie de la transformation</b>	<b>25</b>	4 534	178	25,5	19,9
<i>Industrie du caoutchouc</i>	25.1	762	28	27,2	3,3
<i>Transformation des matières plastiques</i>	25.2	3 772	150	25,1	16,6
<b>Total du secteur</b>		22 763	406	56,1	100,0

### *Tendances socio-économiques*

Les Figs. 12 à 15 donnent quelques éléments permettant de juger de l’évolution socio-économique du secteur, pour les périodes où les données correspondantes sont disponibles. Ces graphes indiquent un secteur à forte productivité, en croissance sensible (Fig. 13), dont l’activité est nettement plus prononcée que la moyenne des secteurs industriels wallons (Figs. 12, 14). Si le chiffre d’affaire de l’ensemble des secteurs s’est accru de plus ou moins 65 % au cours de la période 1990-2001, celui de la chimie a en effet augmenté de près de 150% (Fig. 12) ; les exportations suivant une voie analogue (Fig. 14). La Fig. 15 indique aussi un secteur nettement plus orienté vers l’exportation que la moyenne de l’industrie wallonne ; dans les deux cas cependant on observe une certaine stabilité de la part exportée du chiffre d’affaires sur la période.



**Fig. 12.** – Evolution du chiffre d'affaire du secteur de la chimie entre 1990 et 2001, comparée à celle de l'ensemble de l'industrie wallonne.



**Fig. 13.** – Evolution de la productivité (valeur ajoutée par emploi) du secteur de la chimie entre 1990 et 2001, comparée à celle de l'ensemble de l'industrie wallonne.

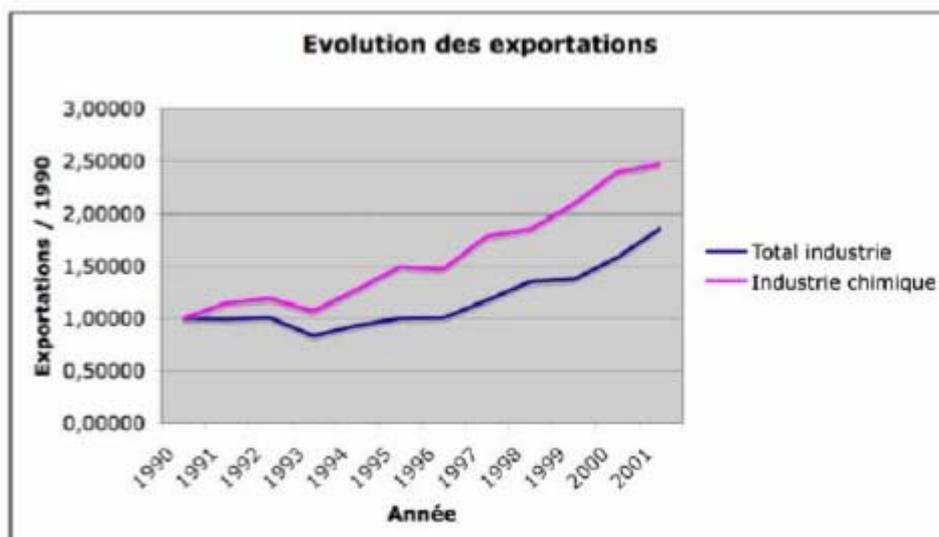


Fig. 14. – Evolution des exportations du secteur de la chimie entre 1990 et 2001, comparée à celles de l'ensemble de l'industrie wallonne.

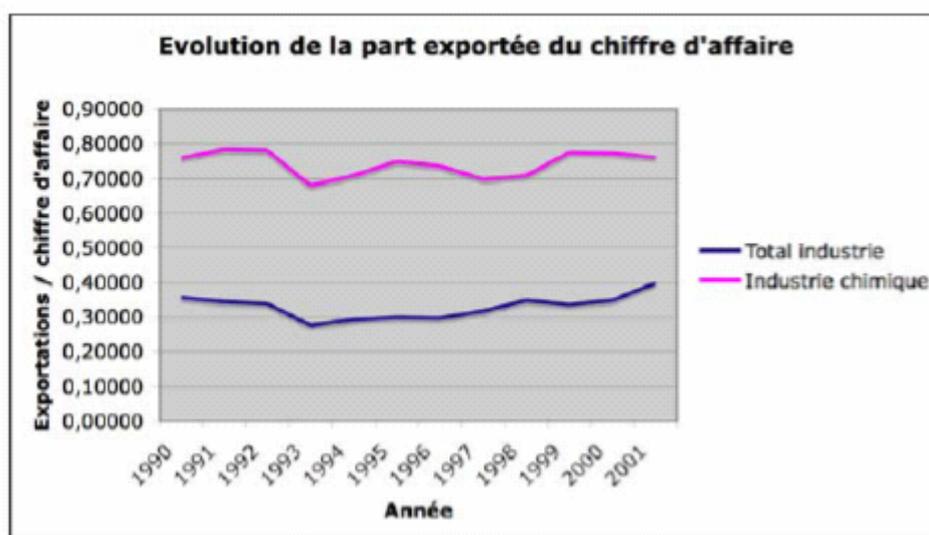


Fig. 15. – Evolution de la part exportée du chiffre d'affaire du secteur de la chimie entre 1990 et 2001, comparée à celle de l'ensemble de l'industrie wallonne.

### Les enjeux environnementaux de l'industrie chimique (d'après ICEDD 2005)

L'impact environnemental relatif des activités chimiques, qui est fonction notamment de l'intensité de la demande de ressources, est lié à la fois aux inputs et aux outputs des procédés de fabrication. Par exemple, les procédés chimiques consomment des ressources renouvelables et non renouvelables, notamment de l'eau, des minéraux et des combustibles fossiles. La combustion des combustibles fossiles ainsi que l'intensité de l'utilisation des matières premières et des substances et préparations chimiques s'accompagnent d'émissions de certains polluants qui dégradent la qualité de l'air et de l'eau. De plus, la transformation de grandes quantités de matières premières en produits finis ou semi-finis génère de grandes quantités de sous-produits et de déchets chimiques dont une partie non négligeable sont dangereux.

Sur les sites de production, de nombreuses incidences environnementales des procédés de fabrication peuvent être atténuées par des mesures telles qu'une nouvelle conception de ces procédés, la substitution de matières et l'utilisation de sources d'énergie plus efficaces ou d'autres technologies comme la cogénération. Parallèlement, le réemploi et le recyclage de produits et de leurs composants offrent la possibilité d'économiser à la fois l'énergie et les ressources.

Cependant, suite à la pression des politiques internationales, les mesures à prendre devraient chercher à protéger l'environnement à travers le cycle de vie des produits plutôt que de se concentrer simplement sur leur production, et à promouvoir les produits plus éco-efficaces. En effet, l'industrie chimique constitue un fournisseur de produits chimiques intermédiaires à un large éventail d'industries et de produits finaux à la grande consommation. Par conséquent, l'utilisation de ces produits pourrait aussi bien améliorer le rendement énergétique de ces industries et des consommateurs finaux (réduisant, par là même, les émissions dans l'environnement) qu'entraîner des risques.

Aussi la Commission européenne vise à stimuler, notamment via la réglementation, l'innovation de produits contenant des substances chimiques plus sûres. Toutefois, avant de décider de remplacer un produit chimique, on doit connaître les risques associés à ce produit pour la santé et l'environnement. A cet égard, tant les organisations internationales que la Commission européenne soulignent qu'il reste beaucoup à faire pour assurer la gestion écologiquement rationnelle<sup>3</sup> d'un grand nombre de produits chimiques toxiques et dangereux qui sont mis sur le marché chaque année. Deux des principaux problèmes sont le manque de données scientifiques pour évaluer les risques inhérents à l'usage de nombreux produits chimiques et le manque de ressources et de coordination pour évaluer ceux pour lesquels on dispose déjà de renseignements. Par conséquent, il faut redoubler les efforts aux niveaux national et international pour gérer les substances chimiques de façon écologique. De tels efforts ont des répercussions internationales, car les risques liés aux substances chimiques ignorent les frontières. Dans ce contexte, deux importantes organisations internationales mettent en oeuvre des programmes d'action aux niveaux national et international, soit les Nations Unies (NU) et l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE).

Au niveau de l'Union européenne, bien que certains produits chimiques nocifs soient déjà interdits par la législation, il existe des lacunes dans la législation communautaire relative aux substances chimiques existantes. On manque de connaissances sur les effets de nombreux produits chimiques existants mis sur le marché avant 1981, date à laquelle l'obligation de tester et de notifier les nouvelles substances a été instaurée. Ces produits représentent environ 99% du volume total des substances sur le marché et bien que la Commission ait entamé un processus d'évaluation, celui-ci est long et ne soumet pas les substances existantes aux mêmes exigences d'essai que les nouvelles. A cet égard, la Commission a annoncé, dans le livre blanc<sup>4</sup>, qu'il y aura un transfert des responsabilités, des autorités compétentes à l'industrie,

---

<sup>3</sup> Au chapitre 19 d'Action 21 (Gestion écologiquement rationnelle des substances chimiques toxiques, y compris la prévention de trafic international illicite des produits chimiques toxiques et dangereux), la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED 1992) souligne que les produits chimiques jouent aujourd'hui un rôle essentiel dans le progrès social et économique de la communauté mondiale, et il est prouvé que, lorsqu'on y recourt à bon escient, ils peuvent être largement utilisés dans de bonnes conditions de rentabilité et pratiquement sans danger.

<sup>4</sup> Livre Blanc de la Commission (27/02/2001), relatif à la stratégie pour la politique future dans le domaine des substances chimiques.

c'est-à-dire les fabricants, les importateurs et les utilisateurs en aval, en ce qui concerne la mise à l'essai et l'évaluation des risques des substances chimiques.

Aussi la Commission envisage-t-elle de modifier les deux outils déjà existants (l'obligation de fourniture de certaines informations de l'industrie à l'autorité compétente dans le cadre de l'enregistrement d'une substance chimique ainsi que les fiches de données de sécurité et l'étiquetage de l'emballage comme principaux supports d'information aux utilisateurs) afin de les rendre plus efficaces.

En ce qui concerne les terrains industriels pouvant accueillir des nouvelles unités de production, la place stratégique qu'occupe le secteur chimique au cœur du système industriel et les liens étroits avec un grand nombre d'autres secteurs pourrait offrir des nouvelles possibilités sur le plan de « l'écologie industrielle<sup>5</sup> ».

### **Evolution des impacts environnementaux**

Dans cette dernière section, étant donné la globalité de l'analyse qui envisage de prendre le secteur chimique dans son ensemble, et faute de données pertinentes, nous ne pourrions pas prendre en considération les nombreux produits et substances chimiques, tant ceux utilisés comme ressources que ceux rejetés à l'environnement. Nous ne pourrions donc étudier les performances environnementales du secteur chimique que par le biais des grandeurs communes, utilisées pour l'ensemble des secteurs industriels wallons. Une analyse plus fine du secteur chimique mériterait assurément que l'on tienne compte des produits et substances évoqués dans la section précédente.

Pour le secteur chimique, par contraste avec d'autres secteurs, les données sont disponibles pour des périodes un peu plus étendues, de 1990 à 2002 pour les tendances générales, et de 1995 à 2001 pour les tendances plus détaillées.

#### *Tendances générales 1990 – 2002*

Les Figs. 16 à 19 fournissent les tendances de divers indicateurs significatifs pour lesquels les données pertinentes sont disponibles pour la période 1990 – 2002. Dans l'ensemble, la tendance est à l'amélioration des performances environnementales, bien que certains indicateurs individuels montrent quelques irrégularités (Figs. 16 et 17). D'une part, la consommation des combustibles fossiles utilisés comme input matière accusent deux reculs avant de repartir à l'amélioration en fin de période (Fig. 16) ; d'autre part et de façon plus significative, l'indicateur relatif au rejet de polluants atmosphériques photochimiques subit une chute spectaculaire en 2002 (Fig. 17). Ce brusque recul, qui va à contresens de la tendance globale, s'explique vraisemblablement par la modification de la méthodologie de calcul et de la difficulté de recalculer les séries (voir à ce sujet l'ICEDD 2005). Si on remonte aux données désagrégées au départ (par polluant, pour l'ensemble du secteur), ce sont les émissions de monoxyde de carbone (CO) qui subissent une très nette dégradation au cours de l'année 2002, sans qu'il soit possible d'en donner une autre explication que celle évoquée (méthode de calcul).

---

<sup>5</sup> Un aperçu du concept d'écologie industrielle est proposé dans la conclusion du présent document. En bref, l'écologie industrielle propose de considérer le système productif comme un cycle dans lequel les entreprises sont regroupées dans des parcs industriels et coopèrent pour optimiser l'usage des ressources en valorisant mutuellement leurs déchets et sous-produits et en échangeant de l'eau et de l'énergie.

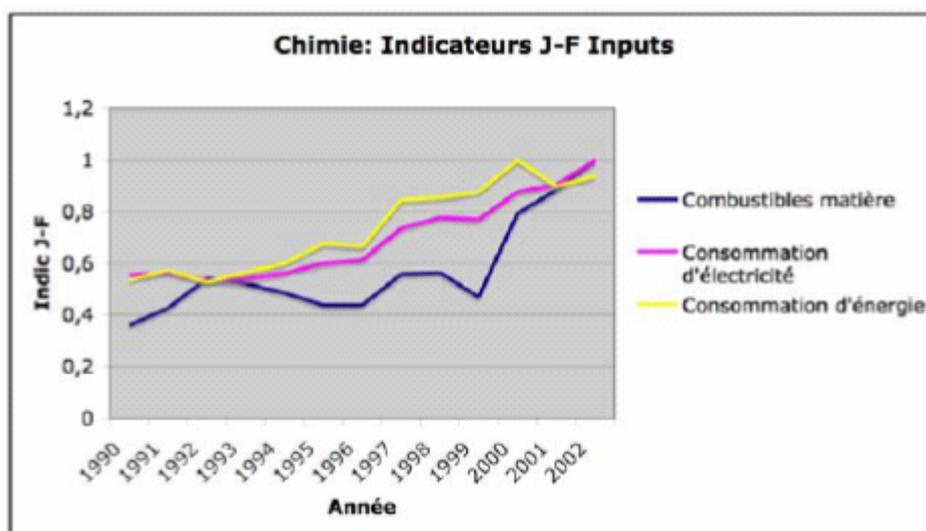


Fig. 16. – Evolution des indicateurs Jaggi-Freedman relatifs à l'utilisation d'inputs sur la période 1990 – 2002.

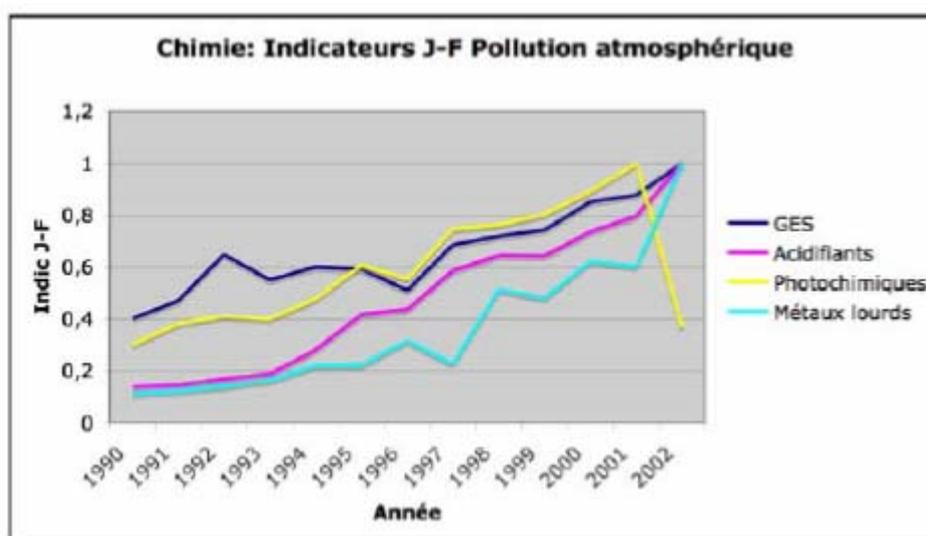
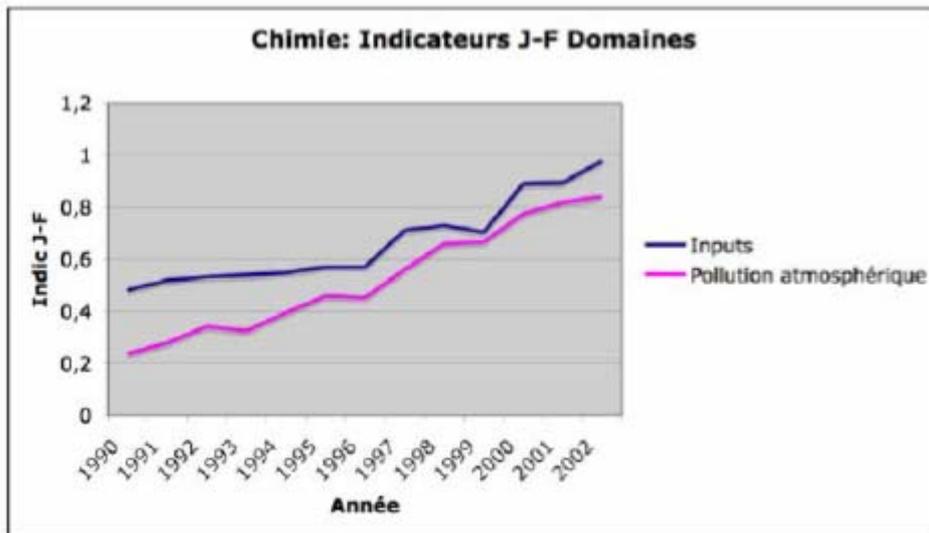
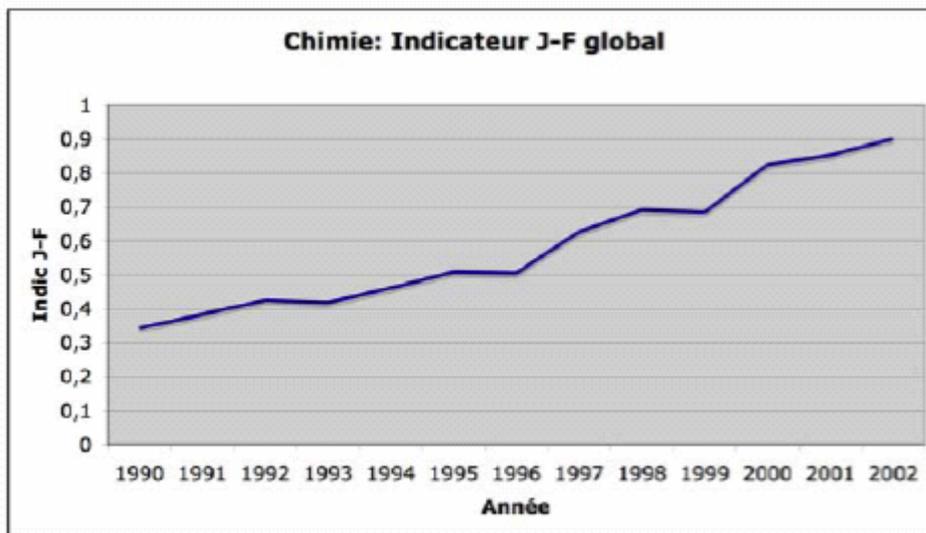


Fig. 17. – Evolution des indicateurs Jaggi-Freedman relatifs à la pollution atmosphérique sur la période 1990 – 2002.



**Fig. 18.** – Evolution des indicateurs Jaggi-Freedman relatifs à deux grandes catégories d'impacts sur la période 1990 – 2002.



**Fig. 19.** – Evolution de l'indicateur global de Jaggi-Freedman sur la période 1990 – 2002.

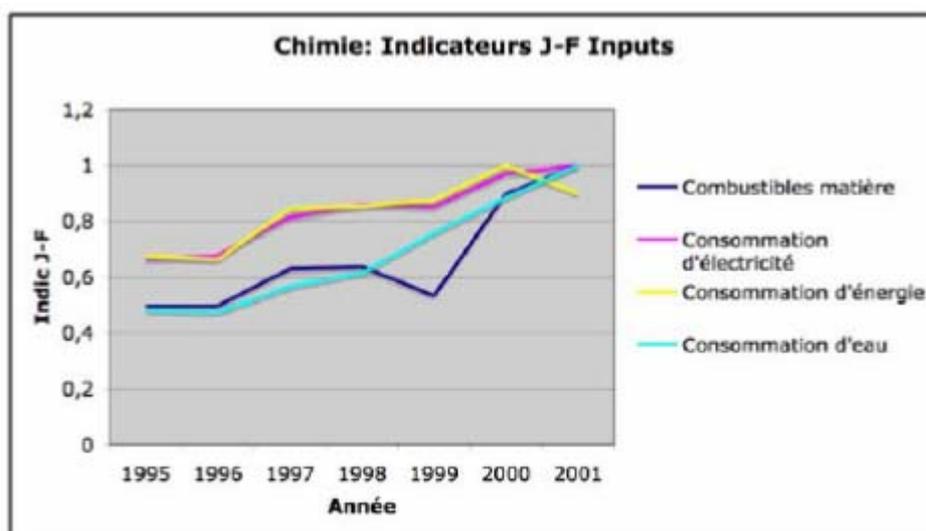
Etant donné l'agrégation des impacts à laquelle recourt notre méthode d'indicateurs, cette évolution négative des rejets de CO n'affecte cependant pas les performances globales et la tendance générale à l'amélioration des performances environnementales, comme le montrent les graphiques par domaines (Fig. 18) et l'évolution de l'indicateur global (Fig. 19). A cet égard on observe, sur l'ensemble de la période, une amélioration des performances très significative, puisqu'on passe (Fig. 19) d'une valeur d'indicateur global de 34,3 % en 1990 à 90,1 % en 2002, une des évolutions les plus considérables pour l'ensemble des secteurs analysés. Il ne fait aucun doute que le secteur chimique, identifié comme l'un des plus polluants en termes absolus (voir Tableau 1 de la partie introductive), a entrepris des efforts très significatifs en matière de management environnemental, notamment par la mise en place

du programme *Responsible Care*. Ce dernier établit un ensemble de règles qui portent sur la protection de l'environnement, la sécurité des installations et des produits lors de la production, la sécurité des produits pendant leur cycle de vie, la sécurité du stockage et de la distribution des produits chimiques et la communication avec le public et avec les autorités. Dans le cadre du programme mondial *Responsible Care*, les dirigeants de toutes les sociétés chimiques affiliées à Fedichem (et par là même à Fedichem Wallonie) ont signé l'engagement de tout mettre en œuvre pour améliorer constamment les performances de leurs entreprises en matière de santé, de sécurité et de protection de l'environnement (ICEDD 2005).

#### *Tendances détaillées pour la période 1995 – 2001*

La restriction de la période d'observation à 1995 – 2001 permet, comme dans le cas des autres secteurs, de prendre en compte un plus grand nombre d'impacts, en fonction de la disponibilité des données. C'est ainsi que nous pouvons considérer, en plus des impacts examinés à la section précédente, ceux relatifs à la consommation et à la pollution de l'eau, ainsi qu'à la gestion des déchets. Les Figs. 20 à 25 illustrent les diverses tendances sur la période considérée.

Remarquons d'abord que, l'année 2002 étant absente de l'échantillon, nous n'observons plus le brusque recul dans les performances liées aux rejets de polluants photochimiques dans l'atmosphère (Fig. 22). Ceci mis à part, les Fig. 20 et 22 montrent des tendances conformes à celles observées sur la période 1990 – 2002.



**Fig. 20.** – Evolution des indicateurs de consommation d'inputs, sur la période 1995 – 2001.

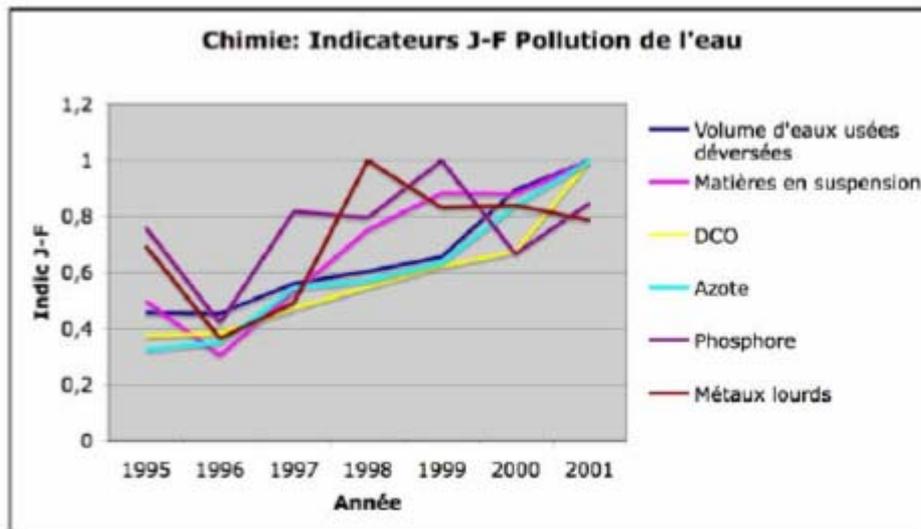


Fig. 21. – Evolution des indicateurs de pollution de l'eau, sur la période 1995 – 2001

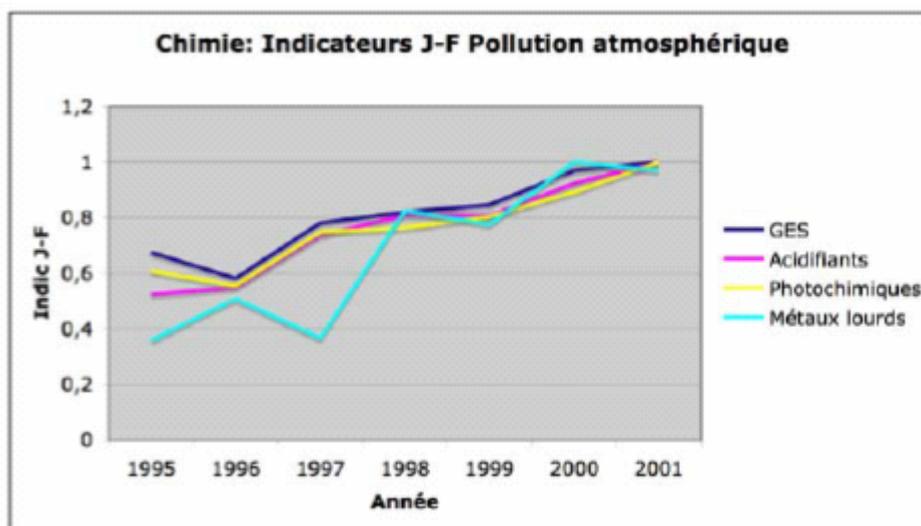


Fig. 22. – Evolution des indicateurs de pollution atmosphérique, sur la période 1995 – 2001

Le graphe relatif à la pollution de l'eau (Fig. 21) indique, comme observé pour d'autres secteurs, une évolution « douce » vers l'amélioration de certains indicateurs (volume total déversé, DCO, azote ; dans une certaine mesure aussi les matières en suspension), mais une évolution plus erratique, quoique tendant aussi vers l'amélioration, pour d'autres paramètres (phosphore, métaux lourds). Cette dernière évolution est sans doute liée au fait que c'est le sous-secteur de la production d'engrais qui est, au sein de la chimie, responsable de la majorité des rejets de phosphore et de métaux lourds, et que ce sous-secteur a connu des fluctuations dans la production, précisément dans le sens de l'augmentation, au cours des années 1996 et 2000, avec pour conséquence un accroissement des quantités rejetées de ces deux catégories de polluants (ICEDD 2005). Globalement parlant (Fig. 24), mis à part un creux en 1996, la tendance générale de l'indicateur domaine « pollution de l'eau » est conforme à celle des autres indicateurs de domaine. Quant aux déchets (Fig. 23), on observe

une amélioration régulière du volume total estimé, tandis que la part valorisée des déchets reste relativement constante sur la période concernée, ce qui amoindrit l'amélioration globale constatée au niveau des déchets (Fig. 24).

L'ensemble des efforts consentis par le secteur se traduit par une amélioration significative des performances environnementales sur la période 1995 – 2001, qui s'inscrit bien dans celle déjà observée entre 1990 et 2002. Le petit « creux » noté dans le profil de la pollution de l'eau en 1996 (Fig. 24) affecte l'évolution générale de l'indice agrégé (Fig. 25), mais globalement les performances passent de 58,2 % en 1995 à 96,9 % en 2001, une tendance encore plus significative que celle notée entre 1990 et 2002.

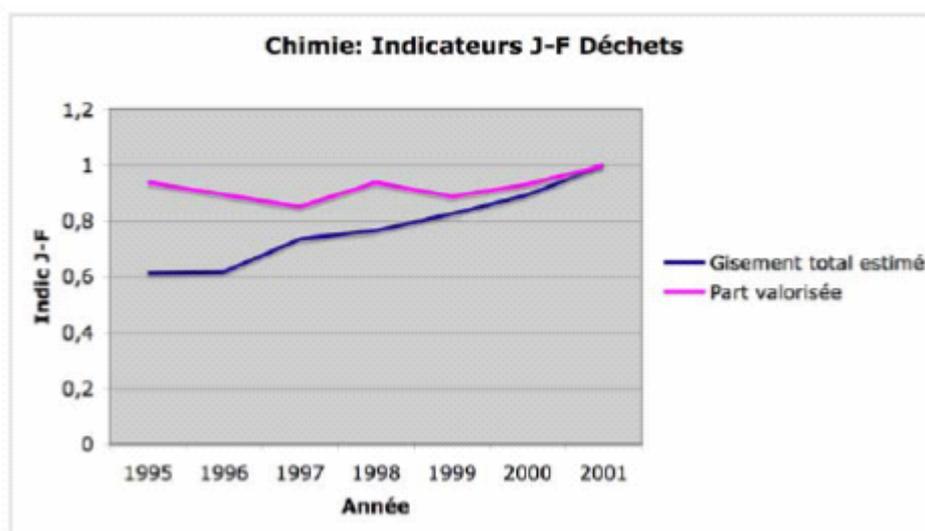


Fig. 23. – Evolution des indicateurs relatifs aux déchets, sur la période 1995 – 2001.

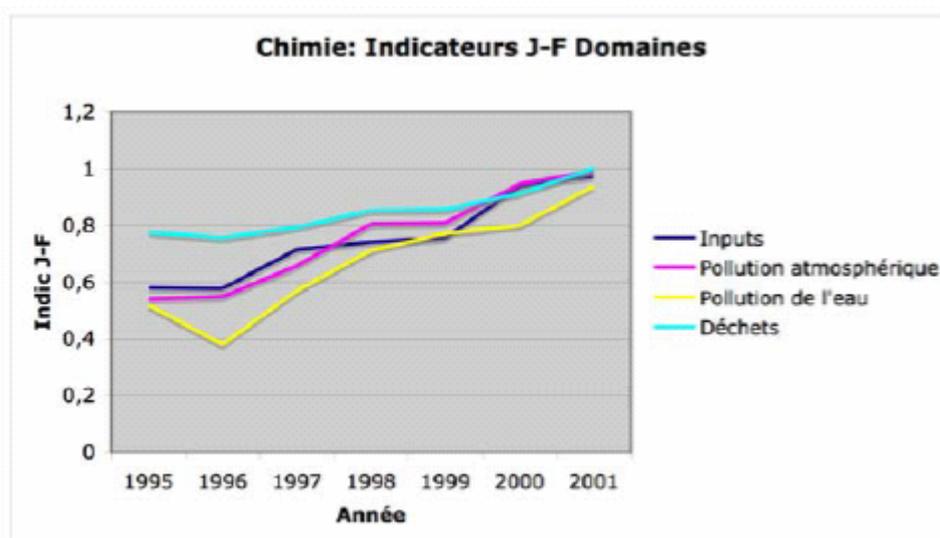
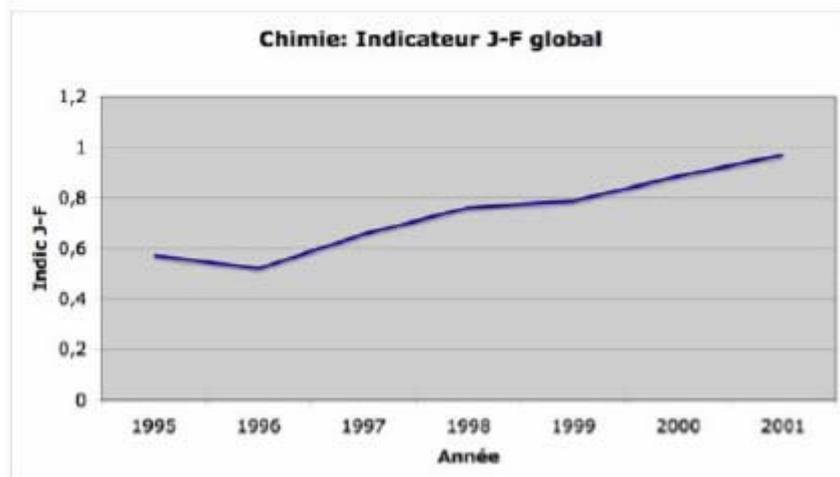


Fig. 24. – Evolution des indicateurs agrégés relatifs aux quatre grandes catégories d'impacts, sur la période 1995 – 2001.



**Fig. 25.** – Evolution de l'indicateur Jaggi-Freedman global, sur la période 1995 – 2001

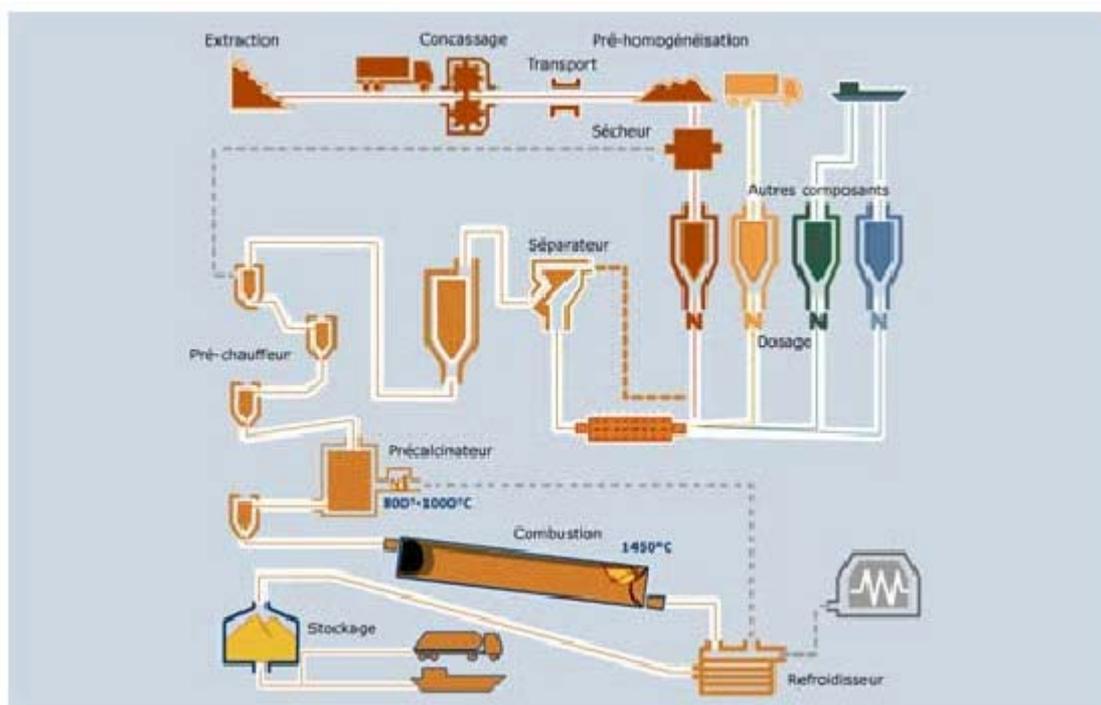
## Analyse sectorielle : Industrie cimentière

### Description générale

#### *Aperçu des procédés*

Comparé à d'autres secteurs industriels, celui de la cimenterie apparaît relativement simple et homogène, du point de vue des produits et procédés mis en œuvre. La fabrication du ciment se réalise en deux étapes (CBR 2006) :

- La clinkerisation : Le clinker, élément actif du ciment, s'obtient en dosant judicieusement 4 éléments minéraux : la chaux (65 %), la silice (20 %), l'alumine (10 %) et l'oxyde de fer (5 %). Portés à 1.400°C, ces oxydes se combinent entre eux et forment le constituant de base de la fabrication du ciment. La production de clinker se réalise selon deux procédés, soit par **voie humide**, soit par **voie sèche**. Du point de vue énergétique, la technologie du four voie sèche est plus économique.



**Fig. 26.** - Extraction des matières premières et production du clinker (Source : CBR 2006)

- La fabrication du ciment : D'autres composants sont ajoutés au clinker et l'ensemble est mélangé et broyé. Le résultat est le ciment. A noter que le clinker peut être broyé avec du laitier de haut-fourneau, des cendres volantes de centrales électriques au charbon, et des fillers (matières fines en général à base de calcaire), ce qui permet donc le recyclage de déchets provenant d'autres activités industrielles<sup>6</sup>. Différentes formes de calcium (gypse, anhydrite) sont ajoutées au mélange, afin de réguler le temps de prise du ciment. Le ciment métallurgique, où interviennent les laitiers de

<sup>6</sup> Voir le commentaire sur l'écologie industrielle dans la conclusion.

haut-fourneau, possède des usages spécifiques, notamment en milieu agressif, comme dans le cas d'ouvrages en contact avec des eaux à haute teneur en sulfates.

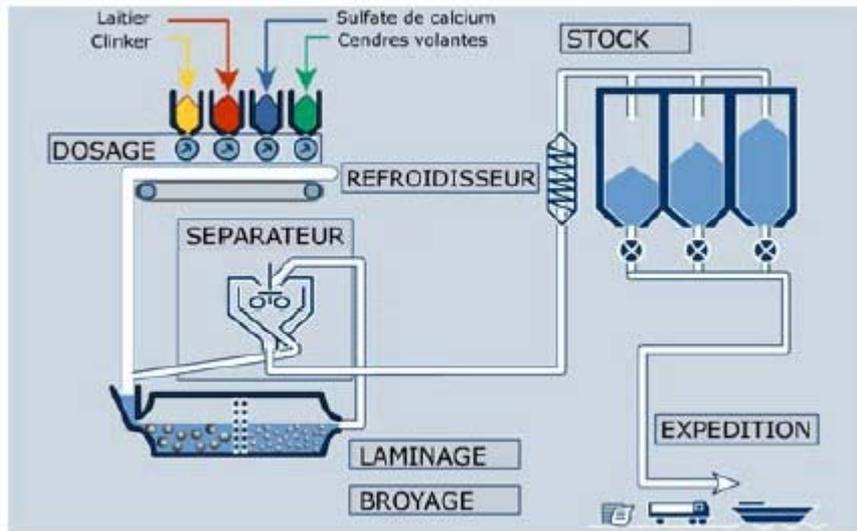


Fig. 27. - Fabrication du ciment (Source : CBR 2006)

### Le secteur en Wallonie

Trois grandes entreprises cimentières sont présentes en Belgique ; la plupart des sièges d'exploitation sont situés en Wallonie, en raison de la proximité des gisements de matières premières. Seule une unité de broyage du clinker est située en Flandre (CBR – Gand).



Fig. 28. – Localisation des sièges d'exploitation de l'industrie cimentière (Source : Febelcem 2006 - <http://www.febelcem.be/fr/infoeco/pglob.htm> ).

## Tendances socio-économiques

Les Figs. 29 à 31 montrent l'évolution de quelques grandeurs socio-économiques du secteur cimentier en Wallonie, comparée à celle de l'ensemble de l'industrie wallonne. Elles dénotent un secteur à forte productivité (Fig. 30), nettement plus élevée que la moyenne industrielle. Dans les deux cas, cette productivité n'augmente pratiquement pas sur la période d'observation, ici limitée à 1995-1999. Le chiffre d'affaires (Fig. 29) augmente d'abord, pour le secteur cimentier, plus vite que pour l'ensemble de l'industrie wallonne (jusque vers 1995), pour ensuite stagner et être dépassé par l'évolution du total de l'industrie, et même diminuer sensiblement en fin de période. Le même genre d'observation peut être fait à propos des exportations, compte tenu de la période limitée de disponibilité des données pour le ciment (1990 et à partir de 1995 – Fig. 31). Il faudra garder ces faits à l'esprit lors de l'examen des tendances environnementales de l'industrie cimentière wallonne.

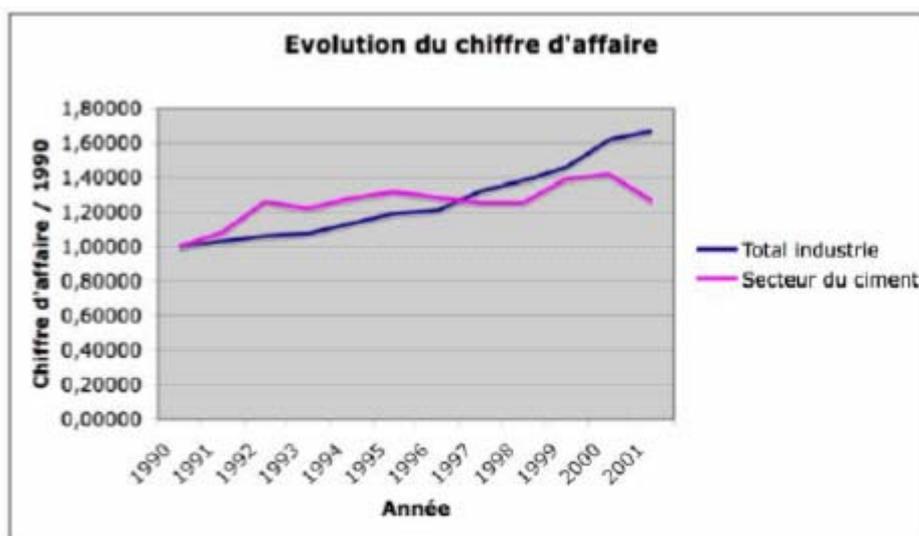


Fig. 29. – Evolution du chiffre d'affaire du secteur du ciment entre 1990 et 2001, comparée à celle de l'ensemble de l'industrie wallonne.

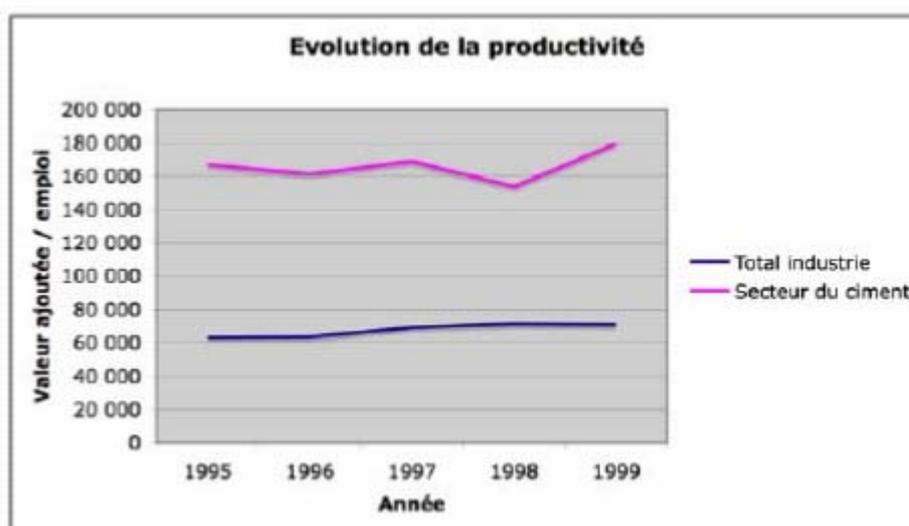
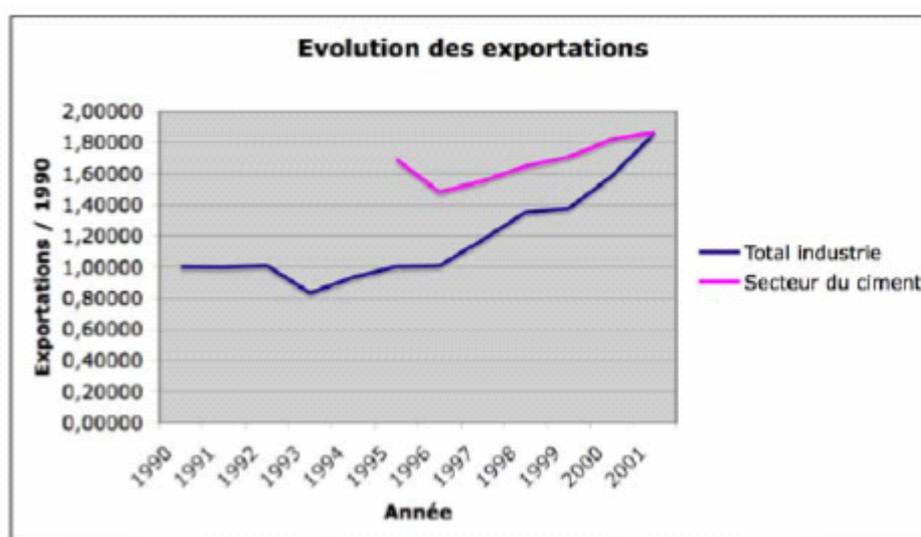


Fig. 30. – Evolution de la productivité (valeur ajoutée par emploi) du secteur du ciment entre 1995 et 1999, comparée à celle de l'ensemble de l'industrie wallonne.

## Les enjeux environnementaux de l'industrie cimentière

### *Les émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et l'effet de serre*

L'industrie cimentière est classée parmi les plus grands secteurs consommateurs d'énergie électrique et d'énergies fossiles. Ceci n'est pas surprenant car porter un grand volume de matière à une température de 2.000 °C dans les fours à clinker nécessite une quantité d'énergie thermique non négligeable. En outre, il y a également un besoin énergétique important dans d'autres phases de la production. La consommation d'énergies fossiles, ainsi que la combustion du calcaire ( $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ ) engendrent des émissions de dioxyde de carbone considérables.



**Fig. 31.** – Evolution des exportations du secteur du ciment entre 1990 et 2001, comparée à celles de l'ensemble de l'industrie wallonne.

### *Emissions d'autres natures*

Une des principales incidences sur la qualité de l'air est sans doute l'émission de poussières. Cette dernière peut être soit canalisée (ponctuelle – par l'intermédiaire d'un filtre par exemple), soit diffuse.

Les fours des cimenteries émettent non seulement du CO<sub>2</sub>, mais également des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et du dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>). Ce dernier résulte de la présence naturelle de soufre dans les matières premières ainsi que dans les combustibles fossiles. De leur côté, les émissions de NO<sub>x</sub> sont liées aux températures élevées nécessaires pour l'obtention de clinker. Elles contribuent directement à la pollution atmosphérique locale et urbaine, ainsi qu'aux problèmes de pollution à grande échelle à cause de leur diffusion à longue distance dans l'atmosphère. Ces émissions contribuent ainsi aux retombées acides.

La combustion entraîne aussi des émissions en composés organiques et en métaux lourds, mais leur niveau est beaucoup moins significatif que celui des oxydes d'azote et de soufre. Pour être complet, mentionnons encore les émissions, peu importantes, de chlore, de fluor et de monoxyde de carbone (CO).

#### *Impact environnemental direct*

Les carrières, où sont prélevées les matières premières (calcaire, kaolin, argile) nécessaires à la production, occasionnent un impact paysager particulièrement significatif. En outre, il y a les immiscions (retombées) de poussières résultant entre autres de l'extraction de calcaire, du concassage, de la mouture, du transport et du stockage. Ces immiscions représentent en fait les retombées de poussières. Le bruit et les vibrations ont également un impact négatif sur l'environnement.

#### *Consommation de matières premières*

La fabrication du ciment engendre une consommation non négligeable de ressources naturelles (craie, calcaire, tuffeau). Les matières calcaires sont en effet les composants majeurs du ciment (65 %). Il est clair que les réserves de matières premières ne sont pas illimitées et qu'elles méritent d'être gérées de façon durable.

#### *Impact sur l'eau*

Les cimenteries n'ont pas d'impact considérable sur la qualité des eaux. Des mesures sont prises afin d'éviter que les matières incorporées dans la fabrication entrent en contact avec les eaux utilisées. En outre, les eaux rejetées ne contiennent pas de substances dangereuses (étant donné les caractéristiques des processus de production). Les risques les plus importants se situent au niveau des prélèvements d'eaux dans la nappe phréatique. Ceux-ci sont nécessaires afin d'assécher la carrière avant exploitation ou encore dans le but de délayer les matières utilisées dans les fours voie humide. Le risque provient du déséquilibre entre la quantité d'eau pompée et son réapprovisionnement par les eaux de pluie et de ruissellement.

#### *Mesures prises par les cimentiers belges afin de préserver l'environnement*

En vue de réduire les nuisances énumérées ci-dessus et de limiter l'utilisation de ressources naturelles, les entreprises cimentières ont été amenées à prendre diverses mesures que l'on peut résumer dans le Tableau 5.

## **Evolution des impacts environnementaux**

#### *Tendances générales 1990 - 2001*

Les figures 32 à 34 donnent les indicateurs de Jaggi-Freedman relatifs à différentes grandeurs pour lesquelles les données pertinentes étaient disponibles sur la période 1990 – 2001. Certaines de ces grandeurs (impacts environnementaux) ont été normalisées par le chiffre d'affaires ; pour d'autres il s'agit de pourcentages, en l'occurrence, la part de produits que l'on peut considérer comme « propres » (d'un point de vue environnemental) dans la production totale. Ceci concerne essentiellement deux produits : d'une part le clinker produit

par voie sèche, étant donné les avantages – essentiellement en termes de consommation d'énergie – par rapport au clinker voie humide ; d'autre part, le ciment métallurgique, dans la mesure où celui-ci permet d'exploiter utilement les résidus d'un autre secteur (métallurgie), dans une perspective d'écologie industrielle<sup>7</sup>.

On peut constater, d'une part, que le recours au clinker voie sèche est encore fort limité (Fig. 32), sans doute en raison des investissements que cette opération nécessite. Ceci n'empêche pas que la consommation d'énergie connaisse un léger progrès, comme on l'observe sur la même figure, quoique l'évolution soit quelque peu irrégulière. La part de ciment métallurgique dans la production connaît quant à elle une évolution plus régulière, dans le sens d'une progression. La progression des paramètres de pollution atmosphérique va également dans le sens d'une amélioration modeste (Fig. 33) ; elle connaît elle aussi des à-coups qui sont assez parallèles à ceux de la consommation d'énergie. Sans doute ces paramètres et cette évolution sont-ils influencés – quoique toujours dans des proportions modestes – par le recours aux combustibles de substitution, caractéristiques de ce secteur, comme on le verra à la section suivante. Une des composantes de la pollution atmosphérique, les métaux lourds, s'améliore de façon plus sensible que les trois autres, comme on le voit à la Fig. 33.

Globalement, l'évolution des performances environnementales englobant ces diverses composantes va dans le sens de l'amélioration, comme cela est perceptible à la Fig. 34. Cette amélioration (de 75,0 % à 95,1 % entre 1990 et 2001) est cependant modeste quand on la compare à celle observée dans d'autres secteurs<sup>8</sup>.

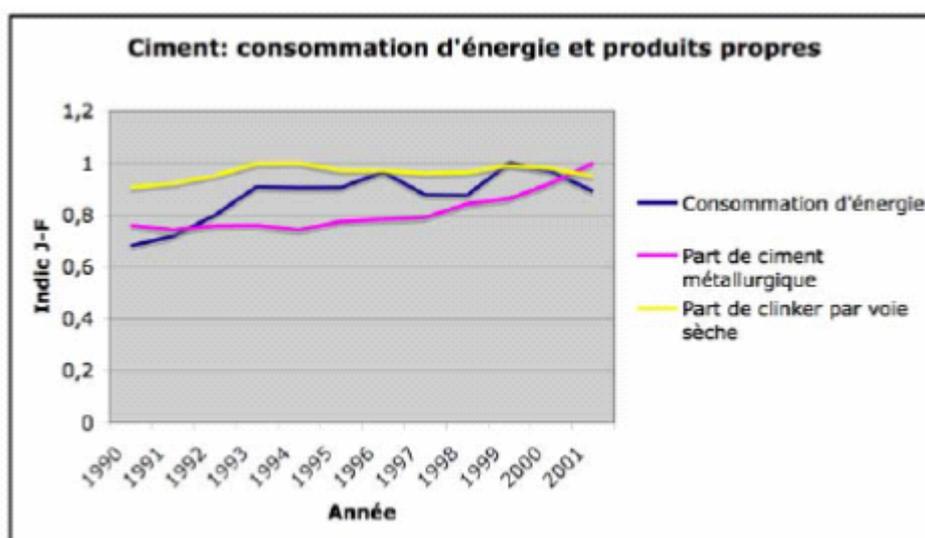
**Tableau 5.** – Impacts environnementaux significatifs des activités cimentières et mesures prises pour y pallier (Source : Douterloigne 2000).

<b>Impacts environnementaux</b>	<b>Mesures</b>
Emissions de CO <sub>2</sub> et consommation énergétique	Valorisation de matières secondaires Utilisation de combustibles de récupération et de substitution Investissements dans des installations consommant moins d'énergie Politiques marketing favorisant la vente de ciments métallurgiques Fermeture des fours à voie humide
Emissions de poussières	Installation de filtres captant les poussières, qui peuvent alors être réutilisées comme matières premières
Immissions de poussières	Transport par voie d'eau, arrosage des voies d'accès, dépoussiérage des camions
Emissions de NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , dioxines, chlore, fluor, composés organiques, métaux lourds	Installation d'appareils captant les émissions (filtres) Utilisation de matières de substitution (p.ex. laitiers de hauts-fourneaux) Réduction de la consommation énergétique Utilisation de combustibles de substitution
Carrières	Réaménagement (réhabilitation) des carrières

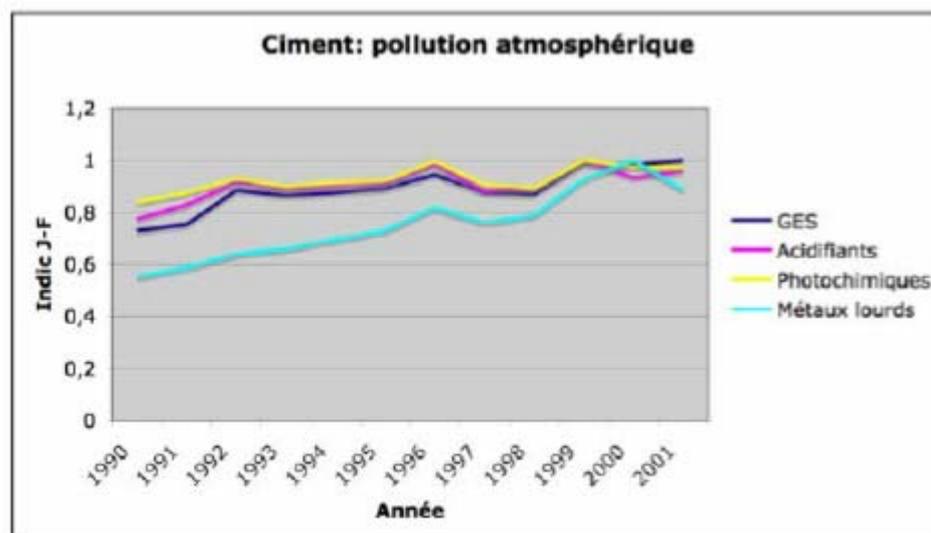
<sup>7</sup> Voir le commentaire sur l'écologie industrielle dans la conclusion.

<sup>8</sup> Voir les commentaires dans la conclusion du présent rapport.

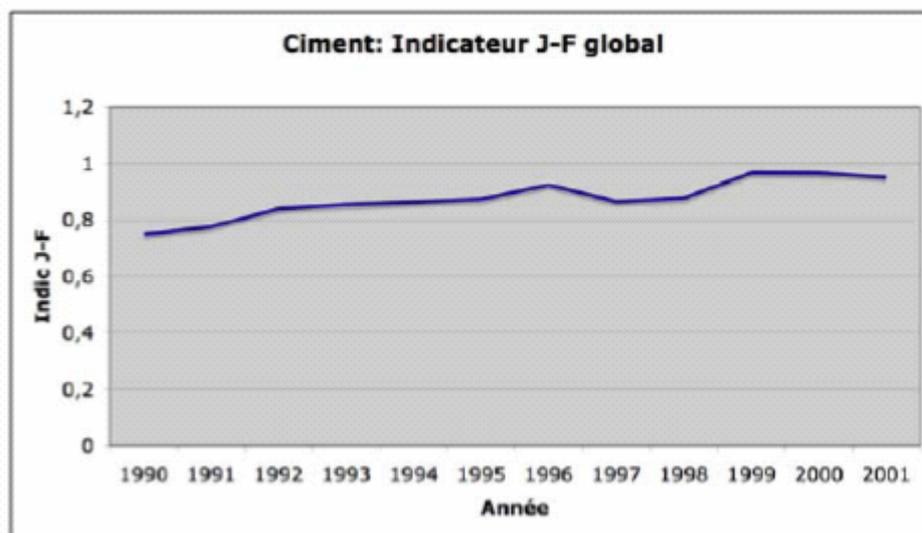
Bruit	Construction de talus de végétation - Transport par voie d'eau Prise en compte du bruit dans les nouveaux investissements Isolation des broyeurs - Achat de camions moins bruyants Ajustement des paramètres et distances de tir de mines
Vibrations	Construction de talus de végétation Ajustement des paramètres et distances de tir de mines
Consommation de matières premières	Valorisation de matières secondaires Utilisation de combustibles de récupération et de substitution
Déchets d'emballage	Application de l'Accord de Coopération Interrégional sur les emballages et déchets d'emballages (ACI)
Impact sur l'eau	Réutilisation des eaux comme eau de refroidissement Encuvage des pertes des réserves de combustibles liquides



**Fig. 32.** - Evolution des indicateurs Jaggi-Freedman relatifs à la consommation d'énergie et aux parts de produits propres dans la production totale, 1990 – 2001.



**Fig. 33.** – Evolution des indicateurs Jaggi-Freedman relatifs à la pollution atmosphérique, 1990 – 2001.



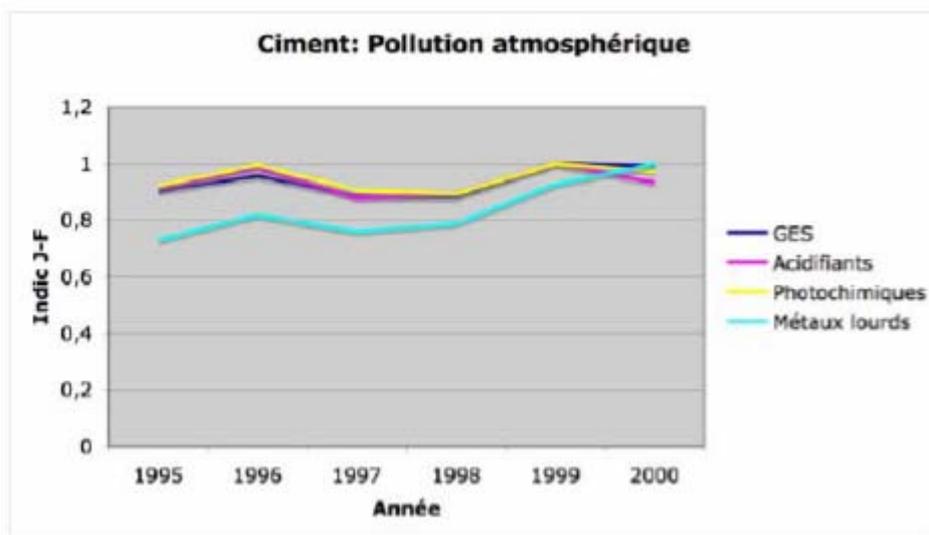
**Fig. 34.** – Evolution de l'indicateur de Jaggi-Freedman global pour le secteur du ciment, 1990 – 2001.

#### *Tendances détaillées 1995 – 2000*

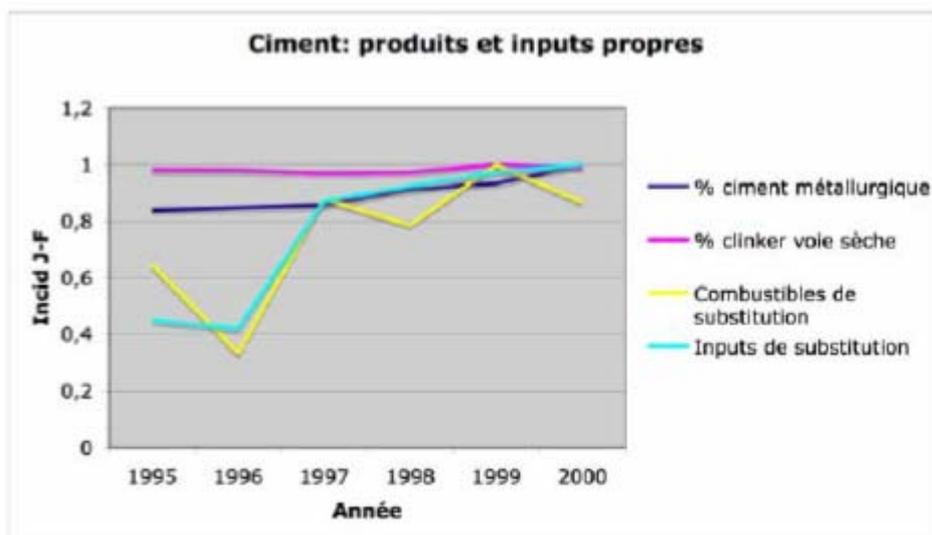
Davantage de données sont disponibles si on restreint la période d'observation à celle comprise entre 1995 et 2000. Evidemment, cette période plus courte ne permet pas d'apprécier des tendances de long terme. A côté des paramètres de l'analyse précédente, nous pouvons maintenant tenir compte des combustibles et inputs de substitution, à savoir, dans le premier cas, de substances pouvant remplacer les combustibles classiques, telles que les huiles et pneus usagés, les farines et graisses animales, ou les boues d'épuration ; quant aux inputs de substitution, il s'agit essentiellement de laitiers de hauts-fourneaux, ou de gypses ...

L'évolution reflétée par les Figs. 35 à 38 va évidemment s'insérer dans celle de plus long terme que nous avons déjà commentée. Les paramètres individuels, relatifs à la pollution atmosphérique, à la consommation d'énergie ou aux produits propres, appellent peu de commentaires par rapport aux tendances constatées plus haut. Par contre, pour les inputs et combustibles de substitution, on constate une évolution plus chahutée, perceptible aux Figs. 36 et 37. Celle-ci est bien entendu liée aux circonstances et aux opportunités qui se sont présentées de recourir à de tels inputs. On se souvient à cet égard de la crise des poulets à la dioxine, survenue en 1999 : les cimentiers étaient parmi les principaux opérateurs du marché chargés de leur élimination, en raison de la forte consommation d'énergie inhérente au secteur et du fait que les hautes températures nécessaires permettent d'utiliser des types de combustibles inutilisables dans la majorité des autres secteurs. Cela explique les pics tels que ceux observés dans la courbe relative aux combustibles de substitution (Fig. 36).

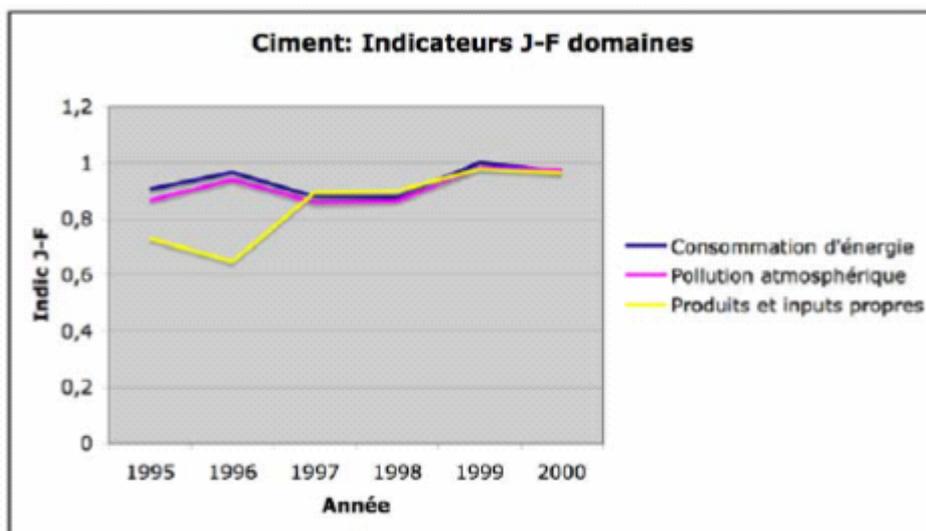
Finalement, l'évolution globale (Fig. 38), qui intègre l'ensemble des paramètres, montre une évolution fortement lissée par rapport aux évolutions individuelles plutôt irrégulières. La performance environnementale du secteur passe ainsi, de manière assez douce, de 81,0 % à 96,9 % sur la période de 1995 à 2000.



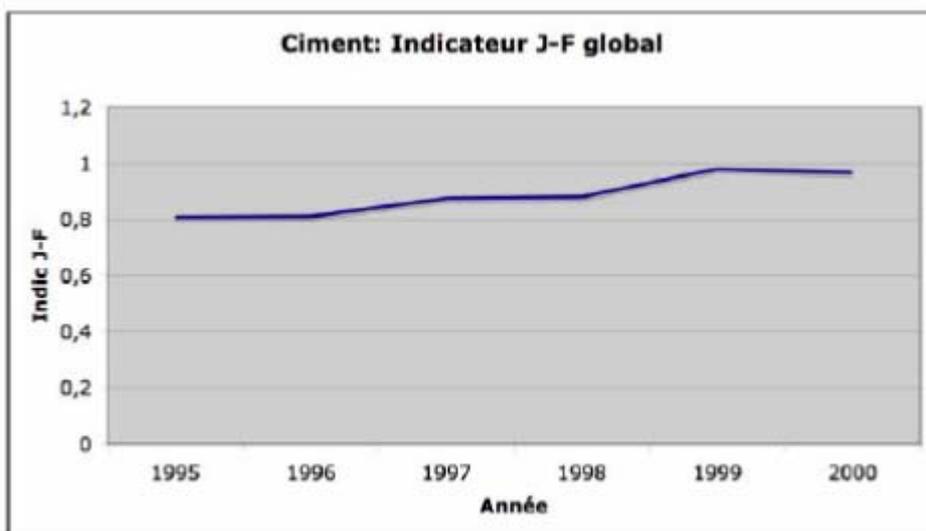
**Fig. 35.** - Evolution des indicateurs Jaggi-Freedman relatifs à la pollution atmosphérique, 1995 – 2000.



**Fig. 36.** – Evolution des indicateurs Jaggi-Freedman relatifs aux produits propres et aux inputs et combustibles de substitution, 1995-2000.



**Fig. 37.** – Evolution des indicateurs Jaggi-Freedman relatifs aux trois grandes catégories d'impacts, 1995-2000.



**Fig. 38.** – Evolution de l'indicateur Jaggi-Freedman global pour le secteur du ciment, 1995-2000.

## Analyse sectorielle : L'industrie métallurgique

### Description générale

#### *Aperçu des procédés*

La métallurgie consiste à extraire les métaux de leurs minerais, à fondre des matériaux métalliques et à élaborer des alliages, et à transformer et mettre en forme ces métaux et ces alliages en vue de leur utilisation ultérieure. Elle comporte deux grands domaines d'activité :

- la métallurgie d'élaboration et de première transformation des métaux (NACE 27)
- la métallurgie de mise en forme ou de travail des métaux (NACE 28)<sup>9</sup>

et se divise en deux segments, en fonction des groupes de métaux traités :

- les métaux ferreux (fer et aciers) : le secteur sidérurgique
- les métaux non ferreux<sup>10</sup> (aluminium, cuivre, zinc, étain, nickel ...)

Cette analyse portera essentiellement sur le secteur sidérurgique, responsable de la majeure partie des consommations d'intrants et des pollutions. De plus, il s'agit d'un secteur homogène et facile à traiter.

Pour le sous-secteur sidérurgique, il existe deux moyens de produire l'acier : la "filrière fonte" à partir de minerai et la "filrière électrique" à partir de la ferraille récupérée.

**La filière fonte** (ou aciérie intégrée) produit la fonte dans un haut-fourneau au départ de minerai de fer et d'une forme de carbone appelée coke. L'affinage de la fonte brute liquide donnant de l'acier brut s'effectue par soufflage d'oxygène sur la fonte en fusion et addition de chaux et de ferrailles dans un convertisseur à l'oxygène.

**La filière électrique** produit de l'acier à partir de ferrailles, de quantités variables de minerai préparé ou de fonte, de ferro-alliages et de fondants. La charge est fondue dans un four cylindrique à arc électrique muni d'électrodes au carbone. Il est de moindre capacité que la filière fonte mais permet de produire des aciers au carbone, des aciers alliés et des aciers spéciaux.

Dans une ou l'autre filière, l'acier brut est ensuite transformé en un produit semi-fini, soit par coulée continue, soit par coulée en lingots. Les laminoirs à chaud transforment les produits semi-finis en produits finis. Ces opérations sont suivies de nouvelles étapes de transformation à froid, à savoir le laminage, tréfilage, étirage ou profilage.

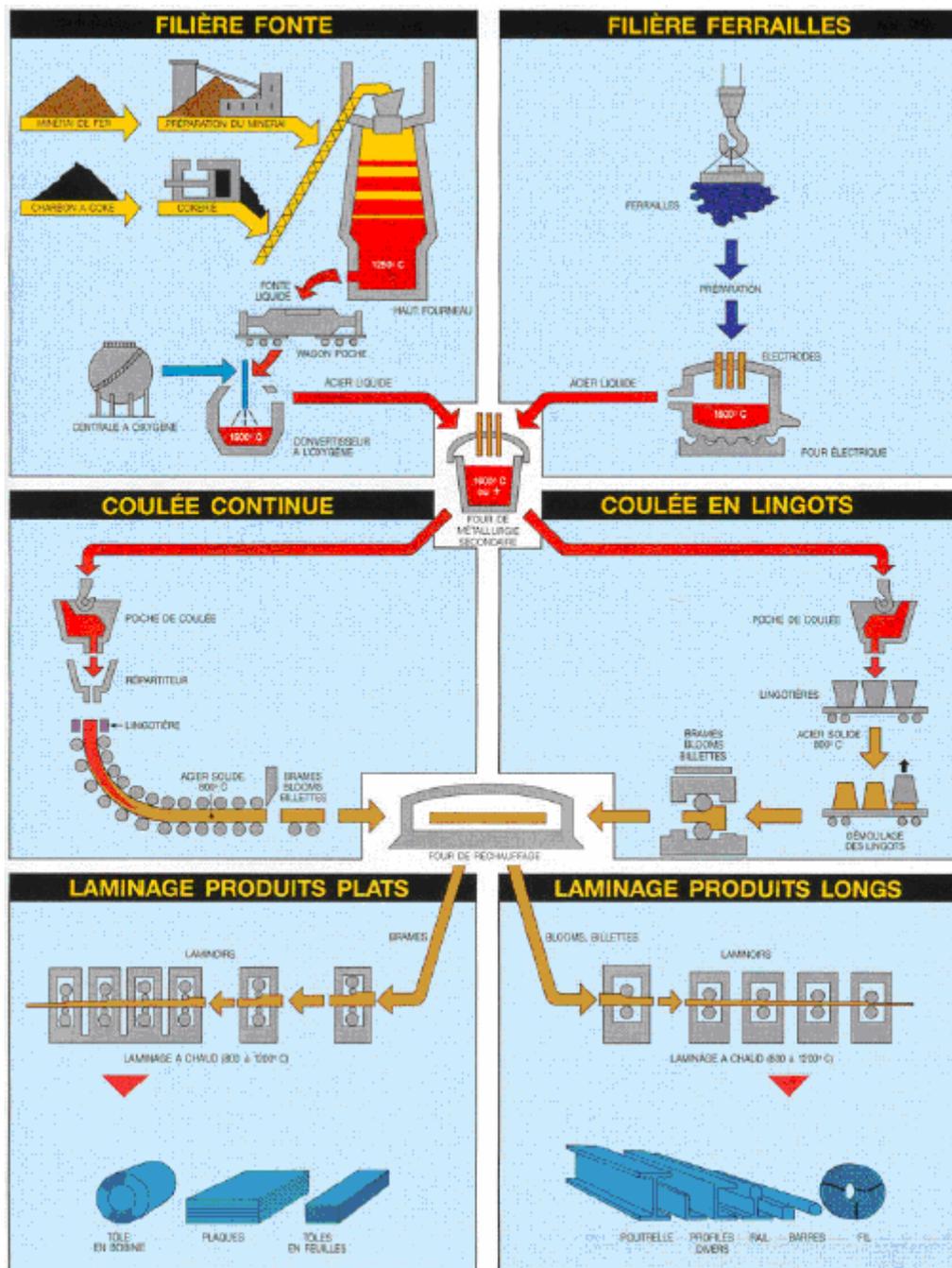
#### *Tendances socio-économiques et production*

Les Figs. 40 à 43 présentent les tendances de quelques grandeurs socio-économiques de ce secteur. Même si la filière fonte et la production d'acier oxygène sont en régression, l'industrie métallurgique reste un secteur clef de l'industrie wallonne. En effet, en 2001-2002, il était :

<sup>9</sup> Le secteur de transformation des métaux est très diversifié en Région wallonne.

<sup>10</sup> En Wallonie, tous les établissements qui travaillent dans le domaine de la métallurgie des non-ferreux sont dits de deuxième fusion ou de transformation.

- le deuxième secteur wallon en termes d'emploi et de chiffre d'affaires (CA)
- le troisième secteur industriel wallon en termes d'investissement et d'exportation
- le troisième secteur wallon au niveau de la valeur ajoutée

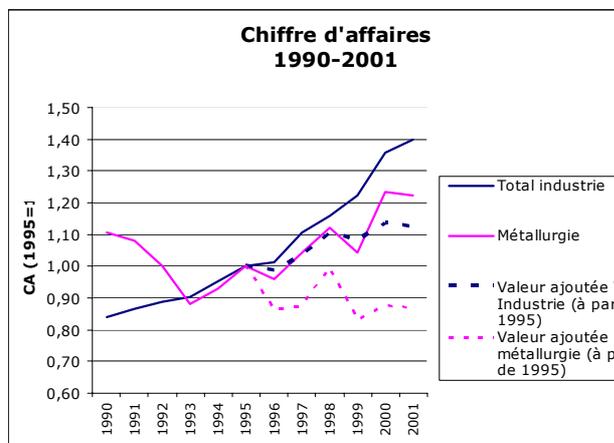


**Fig. 39. - Les procédés de l'industrie Sidérurgique**

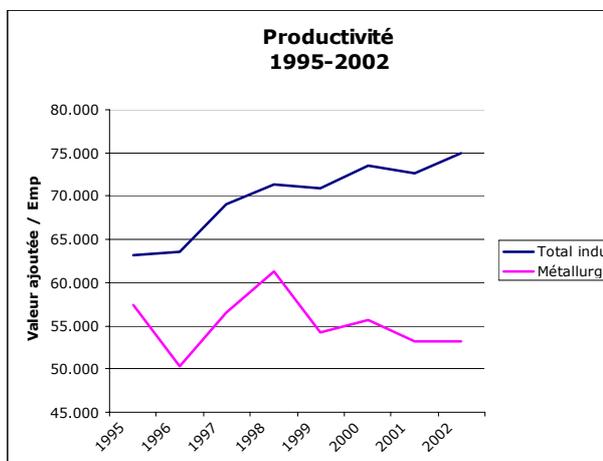
(Source : Fédération Française de l'Acier).

En 2001, l'industrie métallurgique est le deuxième secteur industriel wallon en termes de chiffre d'affaires derrière l'industrie chimique et, avec ses 7 milliards de chiffre d'affaires, il représente 18% du CA généré par l'industrie wallonne et 34% du CA réalisé par le secteur métallurgique belge. L'industrie sidérurgique constitue la part la plus importante de ce secteur en termes de CA (39% en 2001). La Fig. 40 montre qu'après une période de

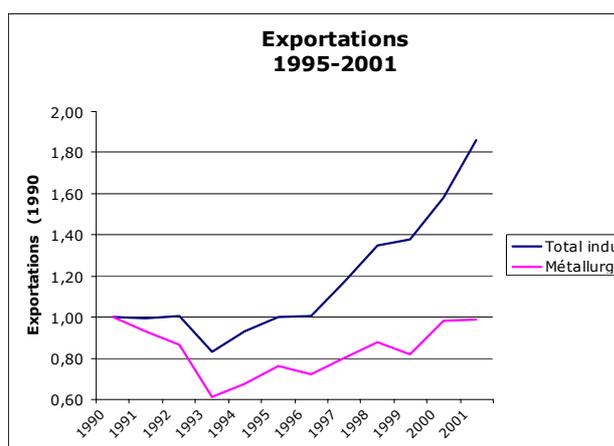
récession en début des années nonante, l'industrie métallurgique connaît une progression constante de son chiffre d'affaires (10% en 10 ans), mais cette croissance reste nettement inférieure à celle de l'industrie wallonne en général (57% sur cette même période).



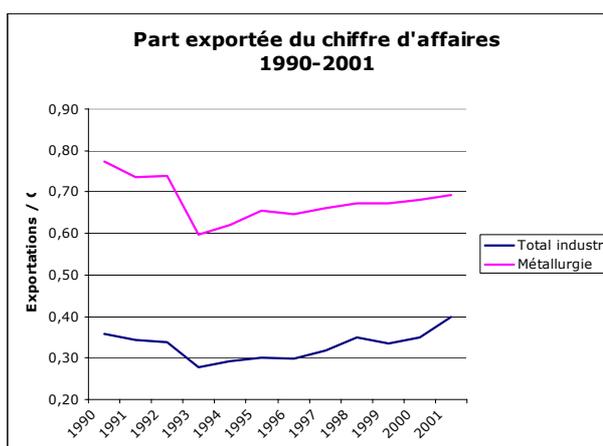
**Fig. 40. - Evolution du chiffre d'affaire et de la valeur ajoutée du secteur de la Métallurgie entre 1990 et 2001 comparée à l'ensemble de l'industrie wallonne**



**Fig. 41. - Evolution de la productivité (valeur ajoutée par emploi) du secteur de la production d'électricité entre 1995 et 2002, comparée à l'ensemble de l'industrie wallonne**



**Fig. 42. - Evolution des exportations entre 1990 à 2001 comparée à l'ensemble de l'industrie wallonne**



**Fig. 43. - Evolution de la part exportée du chiffre d'affaires de 1990 à 2001 comparée à l'ensemble de l'industrie wallonne**

En 2002, le secteur de l'industrie métallurgique est le troisième secteur de Wallonie en termes de VA. En valeur absolue et en prix courants, elle a diminué de 14% entre 1995 et 2002 (et réduction de 32% si on prend la part du secteur métallurgique à la valeur ajoutée wallonne). Il est intéressant de noter qu'alors que le chiffre d'affaires est en croissance, la valeur ajoutée et donc la rentabilité, elle, est en baisse. Ces dernières années, les principaux enjeux de ce secteur sont le maintien de la production (malgré la réduction des exportations et l'augmentation des importations), le maintien de la main d'œuvre, les investissements en nouveaux procédés de production, l'adaptation aux exigences des clients et le respect des nouveaux défis environnementaux tels que la réduction d'émissions des gaz à effet de serre en vertu du protocole de Kyoto, la réduction des émissions de dioxines et de composés organiques volatiles.

Au niveau de l'exportation, l'industrie sidérurgique est le secteur le plus exportateur de l'industrie métallurgique. L'international Iron and Steel Institute situe l'UEBL ( Union économique belgo - luxembourgeoise ) au cinquième rang des pays les plus exportateurs de tonnes d'acier au monde.<sup>11</sup>

### La production

#### Les produits fabriqués :

Le travail des métaux ne cesse de croître (près de 40% entre 1995 et 2000). Toutefois, ce secteur, bien que participant au CA, a peu d'impacts environnementaux comparés à la sidérurgie.

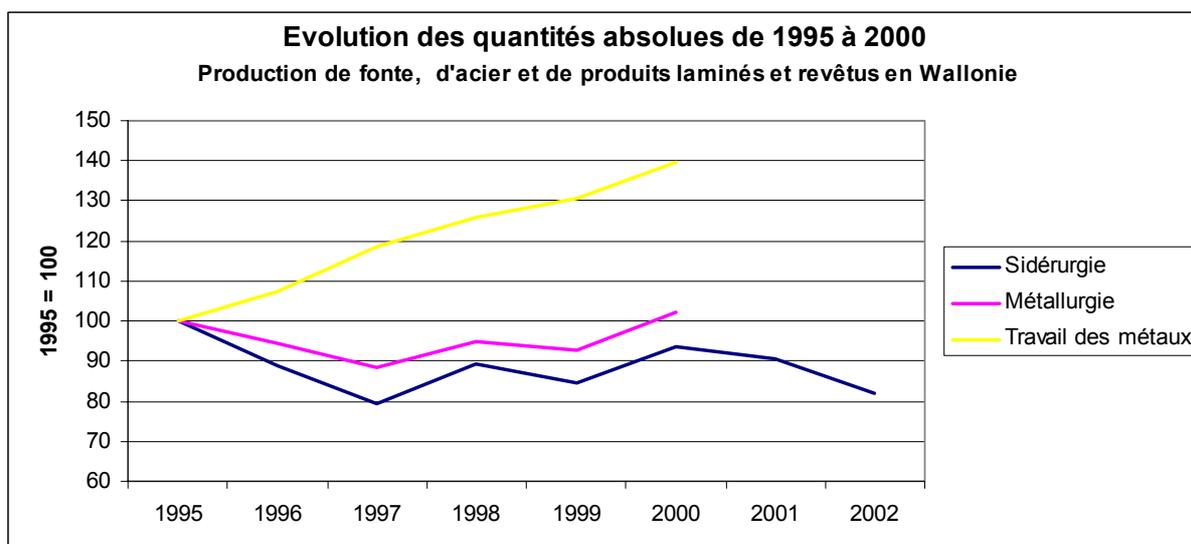
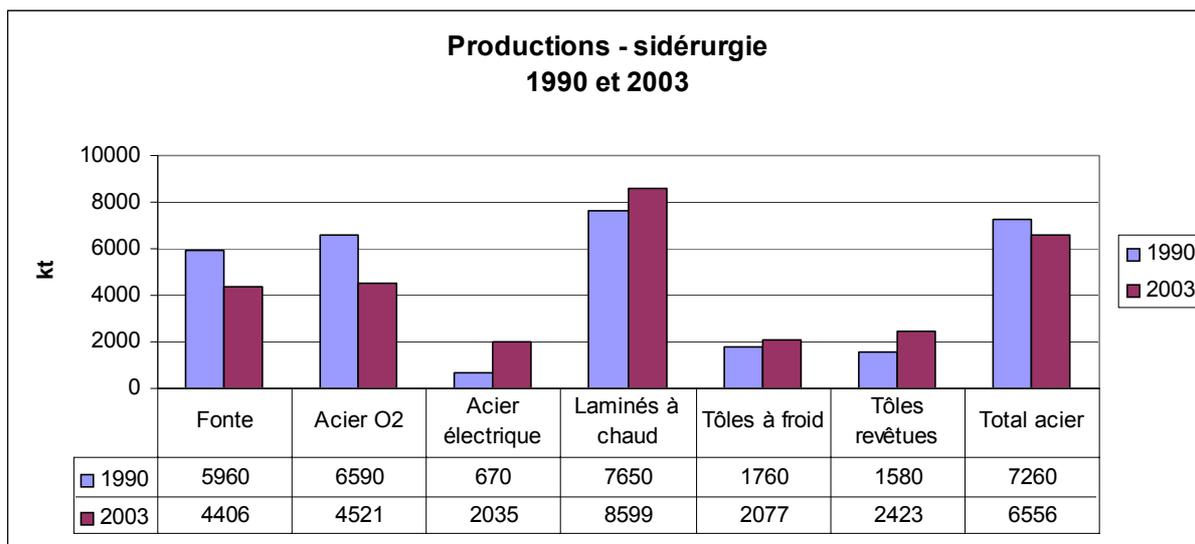


Fig. 44. - Production de fonte, d'acier et de produits laminés et revêtus en Wallonie en 1990 et 2003.  
(Source Groupement de la Sidérurgie 2005)

<sup>11</sup> En 1998, la Région Wallonne, actionnaire majoritaire de Cockerill Sambre, cède la société et ses filiales au Groupe français Usinor. En 2001, la ligne à chaud de Charleroi sera cédée à Duferco qui créera Carsid. Début 2002, Usinor fusionne avec les Groupes Arbed et Aceralia pour former Arcelor, premier groupe sidérurgique mondial. Une redéfinition des organisations et des outils est nécessaire, soit pour des raisons d'optimisation au niveau du Groupe, soit pour des raisons de conformité aux prescriptions européennes édictées lors de l'annonce du rapprochement des trois groupes.

Un an après sa constitution, début 2003, Arcelor a annoncé ses orientations stratégiques, consistant à concentrer les investissements importants nécessaires aux lignes à chaud sur les sites les plus performants, situés en bord de mer. Les discussions qui se sont tenues avec les organisations représentatives du personnel sur la mise en œuvre de ces orientations conduisent à la fermeture d'un des deux hauts-fourneaux de Liège mi-2005, ainsi qu'à l'arrêt de la ligne à chaud en 2009. Les installations sidérurgiques de Liège seront à ce moment entièrement dédiées à la sidérurgie à froid et au revêtement des tôles. D'ici là, l'alimentation des lignes du froid et revêtus s'effectuera progressivement à partir de la ligne à chaud de Dunkerque, la plus importante d'Arcelor, mais aussi celle qui sera à terme la plus spécialisée dans l'approvisionnement des sites aval pour la production de tôles à haute valeur ajoutée. (<http://www.cockerill-sambre.com/fr/historiquechgtsocietes.htm>).

Actuellement, Arcelor fait l'objet d'une procédure d'OPA par le groupe international Mittal Steel. La Région wallonne a décidé d'apporter une partie de ses titres au plus gros producteur mondial d'acier.



**Fig. 45. - Production de fonte, d'acier et de produits laminés et revêtus en Wallonie en 1990 et 2003**  
(Source : Groupement de la Sidérurgie 2005).

Tout comme au niveau européen, la sidérurgie est en récession (baisse de la production entre 1990 et 2002 de 6% pour l'acier brut) et ce, surtout, dans la sidérurgie intégrée (dont la production de fonte a diminué de 26% entre 1990 et 2003). Ce secteur est caractérisé par une récession mondiale, une intensification de la compétition (également dans des régions en développement), des prix déprimés et l'augmentation des importations d'acier à des prix moins onéreux.

En 2002, la production des 21 établissements sidérurgiques wallons a atteint un peu plus de 6,8 millions de tonnes d'acier brut pendant que la production d'acier brut dans l'Union européenne a atteint 149 millions de tonnes, soit 17,6% de la production mondiale. La production belge d'acier se place au 18ième rang mondial et la sidérurgie wallonne est responsable d'environ 60% du volume d'acier produit en Belgique.

La répartition de la production au sein des deux filières de production s'est considérablement modifiée depuis 1995. Partout dans le monde, la sidérurgie électrique, grâce à de constants perfectionnements technologiques et à un faible coût d'investissement, augmente régulièrement sa part de marché. La Wallonie, en pleine mutation, ferme ses hauts fourneaux et passe progressivement vers la filière électrique. Au début des années nonante, la filière électrique représentait en Wallonie seulement 9% de la production totale d'acier brut, en 1995, elle avait atteint 17%, et enfin, en 2002, elle culmine à 35%, soit 2,38 millions de tonnes d'acier brut. Elle a donc plus que triplé sur 15 ans.

### **Les enjeux environnementaux de la métallurgie**

#### *Les matières premières :*

Les matières premières nécessaires à la fabrication de l'acier sont :

- Le minerai
- Le charbon
- Le coke est utilisé comme source d'énergie primaire (et comme agent réducteur) dans les hauts fourneaux où il est brûlé par un souffle d'air chaud continu passant dans les

tuyères. Il est produit à partir du charbon dans des fours traditionnellement installés sur place ou il est acheté à l'extérieur<sup>12</sup>

- Les ferrailles sont utilisées dans la sidérurgie électrique et dans les convertisseurs à oxygène de la sidérurgie intégrée. Indispensables à raison de 10 à 20% du volume total d'acier produit dans les convertisseurs de la sidérurgie intégrée, elles constituent la totalité de la charge dans les fours électriques (sauf si une partie de la ferraille est remplacée par du fer de réduction directe). La collecte de ferrailles en Belgique varie traditionnellement entre 1,4 et 1,7 millions de tonnes/an mais n'est pas suffisante pour satisfaire la demande. La Belgique est donc importatrice de ferrailles.

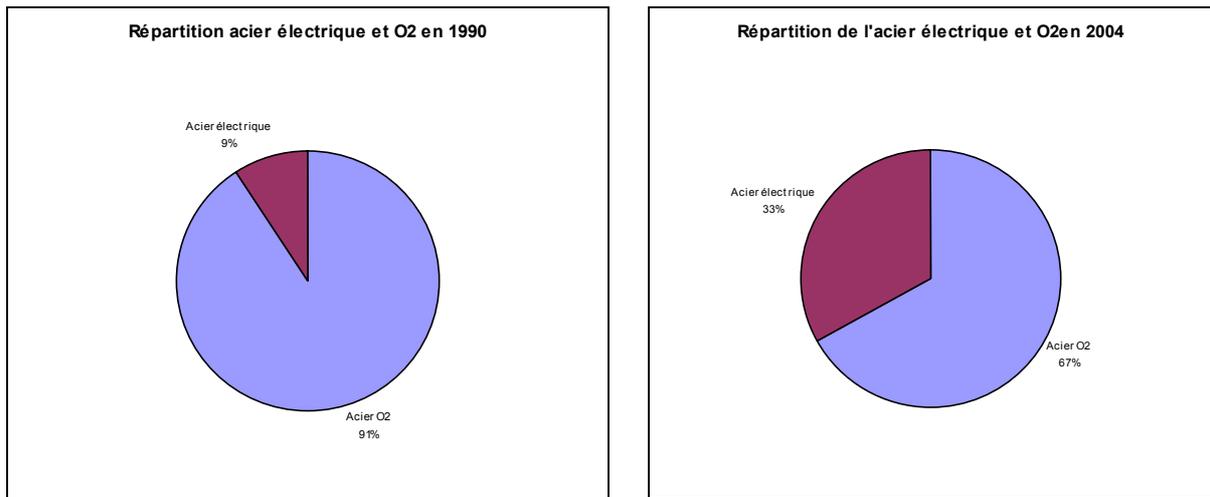


Fig. 46. - Part de l'acier électrique et O2

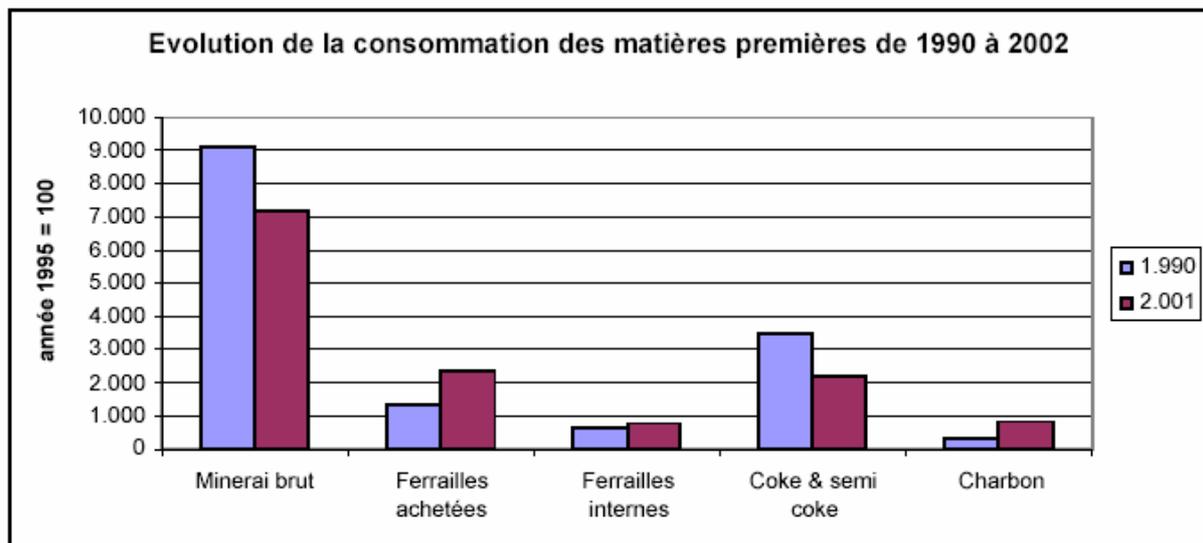


Fig. 47. - Evolution de la consommation de matières premières de l'industrie sidérurgique (1990-2002)  
Source : Groupement de la Sidérurgie 2004

<sup>12</sup> Il n'y a à l'heure actuelle plus aucune cokerie en Région wallonne.

Diverses mesures ont été prises par la sidérurgie intégrée en vue de réduire les quantités de minerai et de coke utilisées, telles que l’approvisionnement en minerai plus riche en fer, l’amélioration du rendement des cokeries, des chaînes d’agglomération et des hauts fourneaux, l’utilisation de pré-réduits (réduction directe de minerai de fer) et le passage à la filière électrique. Le recyclage des métaux contribue à la fois aux objectifs de réduction d’utilisation de matières premières et d’énergie. L’allongement significatif de la durée de vie des produits métalliques contribue également activement à l’économie des ressources naturelles.

Les réductions de consommation de minerai brut et de coke s’expliquent par la réduction de la production de fonte et l’arrêt des deux hauts-fourneaux en 1996 et 1997 ainsi que l’arrêt de Clabecq en 2001. De plus, le charbon pulvérisé sert de substitut au coke dans les hauts-fourneaux. Ce dernier facteur explique pourquoi la consommation de coke diminue de façon beaucoup plus forte que le charbon pulvérisé. L’augmentation de la consommation de ferrailles achetées et recyclées se comprend en fonction de l’augmentation de la production de la filière électrique mais aussi par leur consommation accrue dans ce type de procédé.

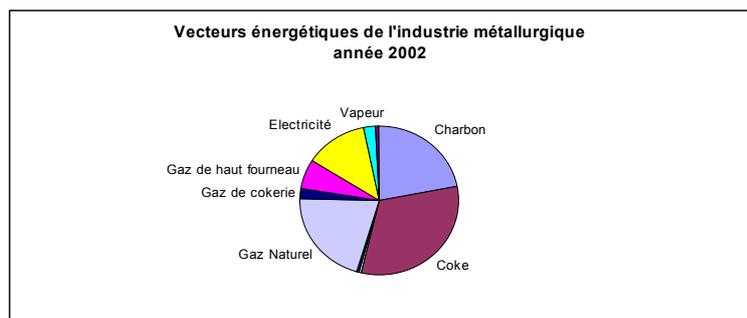
Pour les métaux non ferreux, ils sont essentiellement fabriqués dans des usines de deuxièmes fusion, à partir majoritairement de mitrilles, et donc du recyclage. L’utilisation de mitraille permet non seulement des gains de consommation sur les matières premières, mais aussi en matière d’énergie. Le dernier facteur qui contribue à l’économie des ressources naturelles est l’allongement significatif de la durée de vie des produits.

### *Approvisionnement énergétique*

La métallurgie est le secteur le plus énergivore en Wallonie. Cette industrie représente environ 44% de la consommation énergétique de l’ensemble de l’industrie wallonne. Plus de la moitié de cette énergie provient du coke et du charbon, le coke servant entre autre d’agent réducteur pour le minerai de fer tandis que le charbon est également destiné à l’injection de charbon pulvérisé dans les hauts fourneaux, en remplacement du coke.

En 2002, l’ensemble du secteur métallurgique couvre ses besoins par :

- 31% par le coke<sup>13</sup>,
- 22% par le charbon,
- 21% par le gaz naturel,
- 13% par l’électricité,
- 6% par le gaz de haut fourneau,
- 2% par la vapeur,
- 2% par le gaz de cokerie et
- 0,5% par les combustibles de récupération.



La consommation énergétique du secteur est très fortement liée à la production d’acier (99% de la consommation énergétique du secteur métallurgique wallon est liée au sous-secteur sidérurgique) : les deux courbes (consommation énergétique et production) sont confondues. La production a diminué de 13% entre 1990 et 2002 et la forte augmentation de la part de la filière électrique dans la production totale d’acier brut (passant de 10 à 35 %) explique en grande partie la baisse de la consommation énergétique spécifique du

<sup>13</sup> A noter que le coke est vital pour les opérations des hauts fourneaux où il sert d’agent réducteur principal du minerai de fer.

secteur (17% pour la consommation spécifique d'énergie de la sidérurgie). L'intensité énergétique du secteur reste relativement constante sur la période, la baisse de consommation d'énergie s'accompagnant d'une baisse de valeur ajoutée plus ou moins équivalente.

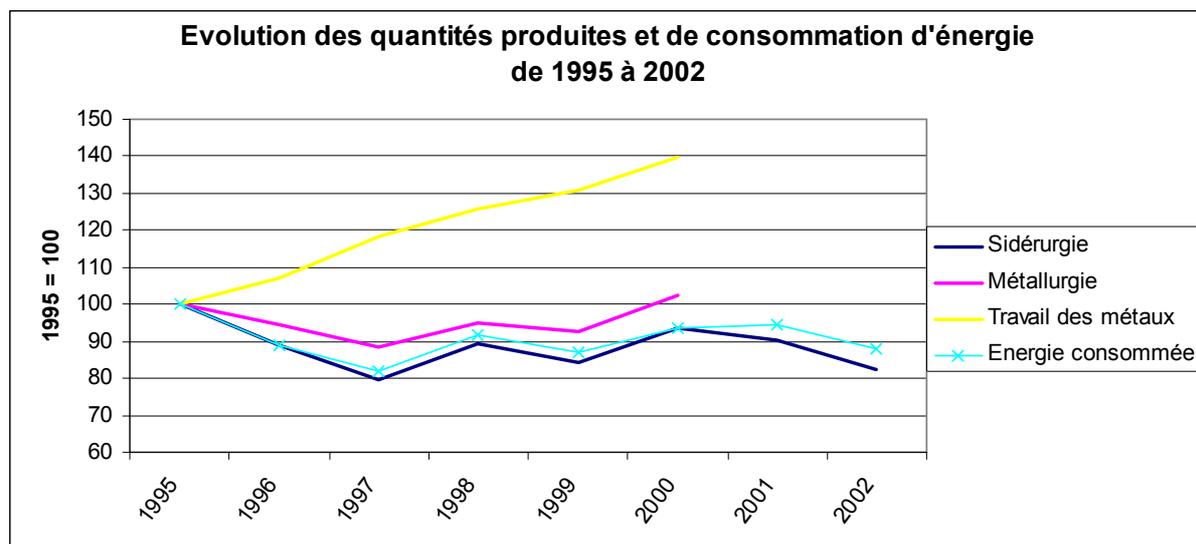


Fig. 48. – Production et énergie (1995-2002)

### Consommations d'eau

Le secteur métallurgique est le deuxième consommateur d'eau derrière le secteur de la production d'énergie. Si on écarte le secteur de la production d'énergie, l'eau consommée par l'ensemble du secteur métallurgique représente, en 2001, 65% du total consommé par l'industrie. Cette eau provient quasi exclusivement des eaux de surface (99% du total consommé en 2001). C'est la sidérurgie la plus consommatrice d'eau (93% contre 7% pour le travail des métaux et les métaux non ferreux, en 2001).

Comme dans le cas de la production d'électricité, l'eau sert principalement comme moyen de refroidissement (76%) et, en moindre quantité, comme composant à intégrer dans le process, pour le rinçage des canalisations et des équipements (23%), ainsi que dans les dispositifs de traitement des émissions atmosphériques.

### Les émissions atmosphériques

Les principales pollutions atmosphériques dont le secteur métallurgique est responsable sont reprises ci-dessous :

#### Les gaz à effet de serre (GES)

Le secteur métallurgique est responsable du 35% et 19% des émissions de gaz à effet de serre totales de l'industrie et de la Wallonie, respectivement, en 2002. C'est le secteur industriel qui émet le plus de gaz à effet de serre (surtout le CO<sub>2</sub>)<sup>14</sup>. Les émissions de CO<sub>2</sub> évoluent au même rythme que la production sidérurgique entre 1990 et 2002. En 2002, 99% des émissions de l'industrie métallurgique sont liées à la sidérurgie (émissions de process et émissions liées à l'utilisation de combustibles fossiles).

<sup>14</sup> Les émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O représentent moins de 1% des émissions totales de gaz à effet de serre.

### Les métaux lourds

Le secteur métallurgique est responsable d'environ 80% des émissions totales de métaux lourds de l'industrie en 2002. Par la nature de ses produits, il est le premier secteur industriel émetteur de métaux lourds dans l'air.

Les métaux lourds actuellement inventoriés en Région wallonne sont l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cuivre, le mercure, le nickel, le plomb, le sélénium et le zinc.

### Les polluants acidifiants:

En 2002, le secteur métallurgique est responsable de 24% et 11% des émissions totales de polluants acidifiants de l'industrie wallonne et de la Wallonie, respectivement. La métallurgie constitue le deuxième secteur industriel émetteur de polluants acidifiants derrière le secteur de la fabrication de produits minéraux non métalliques. Les émissions de SO<sub>2</sub> du secteur métallurgique sont essentiellement déterminées par la teneur en soufre volatil des combustibles tels que le coke et le charbon, et des autres matières utilisées. Les sources d'émissions de NOx sont principalement attribuables aux processus de combustion.

### Les polluants photochimiques (ou pollution photo-oxydante)

Le secteur métallurgique est responsable du 8% des émissions totales de composés organiques volatils non méthaniques et d'environ 22% des émissions totales de NOx de l'industrie en 2002. Les émissions des composés organiques volatils autres que le méthane (COVNM) sont essentiellement dues à l'utilisation de combustibles et de solvants tandis que les émissions de CO proviennent principalement des processus de combustion incomplète et des réactions d'oxydation/réduction des matières.

### Les polluants organiques persistants (POPs):

Les polluants organiques persistants (POPs) inventoriés pour le secteur métallurgique sont le pentachlorophénol, l'hexachlorobenzène, le tétrachlorométhane, le trichloroéthylène, le tétrachloroéthylène, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les dioxines. En 2002, le secteur métallurgique est responsable d'environ 85% et 17% respectivement des émissions totales de dioxines et de HAP de l'industrie wallonne. Ce sont les activités sidérurgiques qui sont responsables de la quasi totalité de ces émissions (99%). Les HAP résultent de la cokéfaction et, dans une moindre mesure, de la combustion incomplète des combustibles fossiles.

### Les poussières PM10

Avec 12.6 ktonnes, soit 71% des émissions de toute l'industrie wallonne, le secteur métallurgique est le premier secteur émetteur de poussières. C'est le secteur sidérurgique qui est responsable de la totalité des émissions de poussières. A partir de 1999, le dépoussiérage est effectué par de puissants systèmes d'aspiration.

### *Les rejets d'eaux usées*

Hormis le secteur de la production d'énergie<sup>15</sup>, le secteur métallurgique déverse les plus gros volumes d'eaux usées de l'industrie. En 2001 ce volume représente 65% du total déversé par l'industrie hors centrales électriques et 8% toutes industries comprises. C'est le troisième secteur le plus polluant des eaux (sur base des UCP, unités de charge polluante) derrière la production d'énergie et l'industrie chimique.

---

<sup>15</sup> Pour lequel il s'agit principalement de rejets thermiques

Les polluants peuvent être groupés en quatre grandes catégories basées sur leurs effets sur le milieu aquatique :

1. La *Demande Chimique en Oxygène* (DCO) est la charge polluante principale avec 10% de la demande chimique en oxygène des eaux usées industrielles en 2001, soit le quatrième rang des secteurs générateurs de DCO. Les établissements les plus générateurs de DCO sont ceux qui réalisent des opérations de traitement et revêtement des métaux et la sidérurgie.
2. Au quatrième rang des secteurs générateurs de *matières en suspension*, le secteur métallurgique représente 7% des matières en suspension rejetées dans l'eau par l'industrie. Le sous-secteur qui contribue le plus aux matières en suspension est la sidérurgie.
3. Les *nutriments (azote et phosphore)*. Le secteur métallurgique est le premier émetteur d'azote et représente 33% de l'azote rejeté par l'ensemble de l'industrie en 2001. Troisième émetteur de phosphore, le secteur métallurgique est responsable de 2% du phosphore rejeté par l'industrie en 2001. Le sous-secteur le plus en cause est celui du traitement des métaux, qui contribue pour 64% au phosphore total déversé par l'ensemble du secteur en 2001.
4. Premier secteur émetteur de *métaux lourds*, le secteur métallurgique est responsable de 60% des rejets par l'industrie en 2001. Les principaux métaux émis par la métallurgie du fer sont le zinc et le plomb. Le chrome et le nickel sont émis principalement par les établissements de traitement des métaux et le cuivre par la métallurgie des métaux non ferreux.

### *Les déchets*

En 2002, l'industrie métallurgique est le premier secteur générateur de déchets en Wallonie. Les quantités produites en 2002 représentent près de 41% du gisement total estimé pour l'industrie wallonne. Sur l'ensemble des déchets générés par le secteur, la grande majorité (91%) sont des déchets de production, 8% des déchets d'épuration des fumées, et 1% sont des déchets issus du traitement des eaux usées.

- 81% des déchets sont des résidus d'opérations thermiques (laitier de haut-fourneau, scories de four électrique et poussières d'acier) ;
- 4% sont d'autres déchets minéraux (sables brûlés de fonderie et briques réfractaires usées) ;
- 15% sont des déchets métalliques (chutes de métaux, battitures<sup>16</sup> et pailles), des déchets acides, alcalins et salins, des déchets d'opérations physiques et chimiques (déchets de peinture) et des huiles usées.

Entre 1995 à 2002, 94% en moyenne des quantités de déchets générés étaient valorisées (valorisation matière ou énergie) et 6% éliminées (incinération, traitement physico-chimique et mise en décharge).

L'industrie métallurgique est aussi le premier secteur industriel générateur de déchets dangereux en Wallonie avec 62% du total des déchets générés par l'industrie wallonne. Sur l'ensemble du volume de déchets générés seuls 8% sont considérés comme dangereux. Ces déchets peuvent provenir des opérations de nettoyage des installations ou être des résidus

---

<sup>16</sup> Pailles d'oxyde de fer qui se forment à la surface de l'acier ardent

de techniques d'assainissement ou de dépollution comme les contaminants extraits des fumées. Ils contiennent des substances qui peuvent être irritantes, toxiques, cancérigènes, corrosives, infectieuses ou mutagènes.

Le secteur métallurgique n'est pas seulement générateur de déchets, il est aussi un important valorisateur de ses propres déchets mais aussi de déchets provenant de tiers. Valorisateur au niveau du convertisseur pour la filière intégrée, où un apport de 10 à 25% de ferrailles est nécessaire à la transformation de la fonte en acier, et au niveau des fours à arc dans la filière électrique, dont la charge se compose de 70 à 100% de ferrailles.

## Evolution des impacts environnementaux

Les indicateurs analysés concernent pour la plupart des grandeurs normalisées par chiffre d'affaires. La production d'outputs multiples (ferreux, non ferreux, travail de l'acier...) ne permet pas d'exprimer la production en fonction d'un de ces outputs particuliers. Les indicateurs sont donc normalisés par le chiffre d'affaire puisqu'il englobe tous les outputs. Il aurait été plus pertinent pour l'analyse de l'effectuer par rapport à la valeur ajoutée par sous-secteur ou mieux encore par rapport à la production par sous-secteur, mais cela demande un jeu de données à un niveau plus désagrégé sur la période 1990-2002.

*Tendances détaillées pour la période 1990-2001*

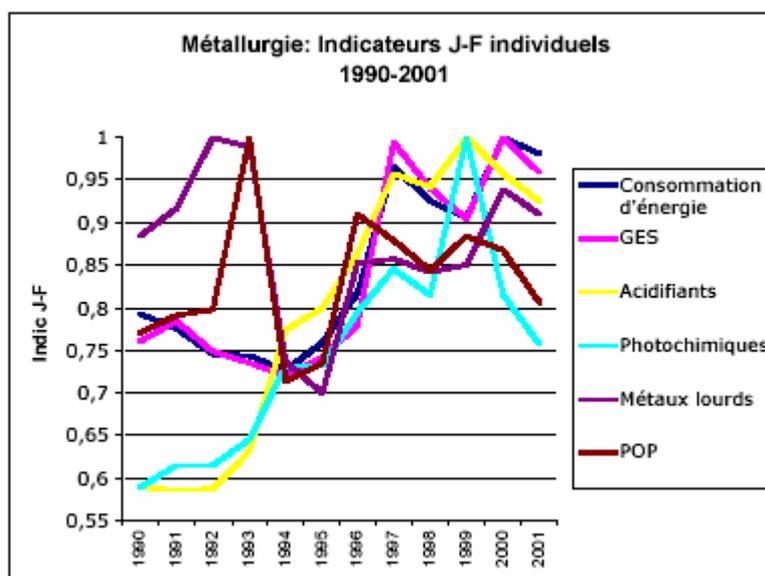


Fig. 49. - Evolution des indicateurs individuels Jaggi - Freedman sur la période 1990-2001

La Fig. 49 montre l'évolution des indicateurs principaux compte tenu des données disponibles sur la période 1990-2001. La tendance générale des indicateurs de Jaggi – Freedman ne montre pas de tendance nette sur la période considérée. En particulier, la période avant 1994 affiche quelques oscillations marquées, principalement pour les métaux lourds et les GES. Sur la même période on assiste à une baisse importante du CA par tonne d'acier ou de fonte traitée ou produite dans le secteur de la métallurgie (Fig. 47).

## Tendances détaillées pour la période 1995-2001

L'analyse sur base des indicateurs J-F sur la période 1995-2001, tenant compte d'un plus grand nombre de variables, fait ressortir une légère amélioration des performances environnementales par unité de CA, que ce soit au niveau de la consommation d'inputs, des émissions de polluants atmosphériques, de la pollution de l'eau ou encore de la production de déchets. La variabilité interannuelle est néanmoins marquée.

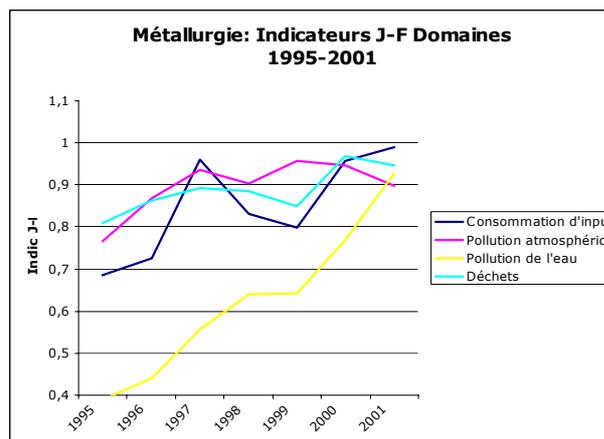


Fig. 50 - Evolution des indicateurs Jaggii - Freedman par domaine sur la période 1995-2001

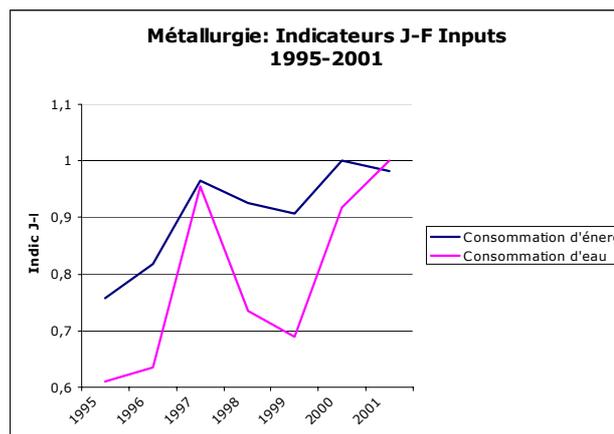


Fig. 51. - Evolution des indicateurs individuels Jaggii - Freedman de consommation d'inputs sur la période 1995-2001

De 1995 à 2001, la consommation d'eau du secteur a diminué de 26%. Cette diminution s'explique surtout par la fermeture de trois hauts fourneaux : le premier en 1996, un second en 1997 et le dernier en 2001. Le traitement des eaux et leur réutilisation ainsi que des installations de refroidissement en circuits fermés ont permis une économie des consommations en eau.

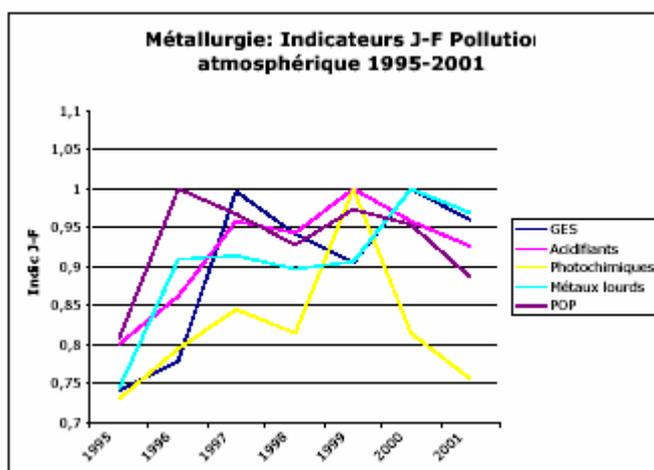
Par ailleurs, le recours à la cogénération ainsi qu'à des chaudières au gaz, plus efficaces, ont permis une diminution sensible de la consommation énergétique du secteur. Mais c'est surtout le passage de la filière intégrée à la filière électrique, la fermeture des hauts fourneaux (très énergivores) et la croissance du secteur du travail des métaux (peu énergivore) qui expliquent cette évolution.

Les émissions de GES évoluent au même rythme que la production. Les émissions de l'industrie métallurgique (51 % des émissions du secteur) ont ainsi diminué de 31 %. La première cause de la diminution des émissions liées à la combustion est la fermeture de plusieurs sites sidérurgiques depuis 1990. L'autre explication est le passage de la filière intégrée à la filière électrique : si les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'électricité sont prises en compte lorsqu'on compare les émissions de la filière électrique et de la filière intégrée, la filière électrique émet 60% de CO<sub>2</sub> en moins à la tonne d'acier produite.

L'amélioration de la performance environnementale au niveau des polluants acidifiants est principalement due à la réduction des émissions de SO<sub>2</sub> (la moyenne des émissions de SO<sub>2</sub> entre 1994-2002 a été réduite de 47% par rapport aux émissions de 1990,

tandis que la moyenne sur la période 1994-2002 des émissions de NOx a diminué de 23% par rapport à son niveau de 1990). Cette diminution correspond en partie au passage des produits pétroliers à haute teneur en soufre comme le fioul extra lourd à 3% de soufre à un fioul lourd à 1%, et à un transfert des vecteurs énergétiques vers des combustibles à basse teneur en soufre comme le gaz naturel. Dans la sidérurgie, une minimalisation des rejets de SO<sub>2</sub> a été aussi obtenue, notamment par réduction de la quantité de soufre entrant (emploi de poussier de coke à basse teneur en soufre, minimalisation de la consommation de poussier et emploi de minerai de fer à basse teneur en soufre).

Au cours de la période 1994-2002, les émissions moyennes de COVNM<sup>17</sup>, de CO et de NOx (polluants photochimiques) ont diminué en respectivement de 53%, 29% et 23% par rapport à 1990.

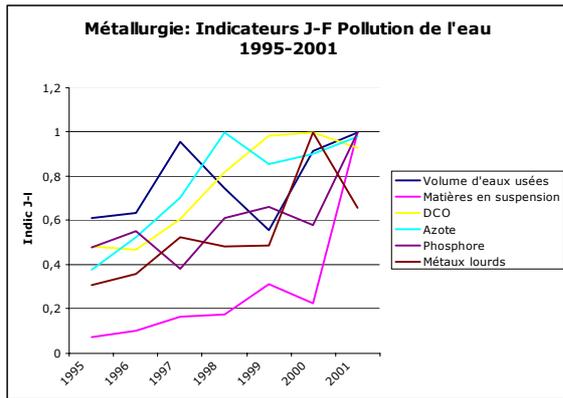


**Fig. 52. - Evolution des indicateurs Jaggi - Freedman relatifs à la pollution atmosphérique sur la période 1995-2001**

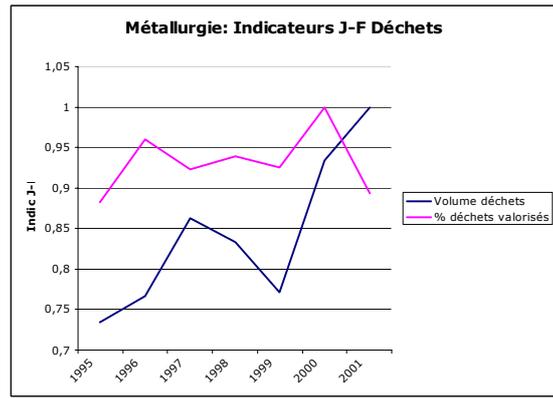
Durant la période 1995-2001 les performances au niveau des rejets en eau s'améliorent (Fig. 53) : la charge polluante rejetée dans les eaux de surface a fortement diminué. La charge rejetée par les établissements situés en réseau d'égouts reliés à une station d'épuration a été aussi réduite pendant cette période. Au total, cela représente une diminution du total de la charge polluante du secteur métallurgique de 29% (la DCO a diminué de 36% de 1995 à 2001 ; les MES (Matières En Suspension) de 91%, l'azote de 53%, le phosphore de 42% et les métaux lourds de 42%). Ces réductions sont dues en partie à la fermeture des hauts fourneaux, mais surtout aux efforts réalisés par le secteur en matière d'épuration des eaux usées. Ce résultat provient de la fermeture de certains établissements mais aussi des pré-traitements des eaux usées réalisés avant rejet.

De 1995 à 2002, la quantité de déchets dangereux générée a diminué de 35%. Cette régression est due aux déclassements accordés par les autorités régionales pour plusieurs déchets en provenance de certains établissements métallurgiques.

<sup>17</sup> Composés organiques volatiles non méthaniques



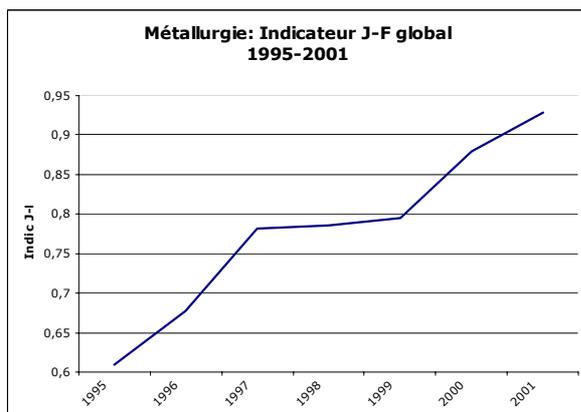
**Fig. 53. - Evolution des indicateurs Jaggi - Freedman de pollution de l'eau sur la période 1995-2001**



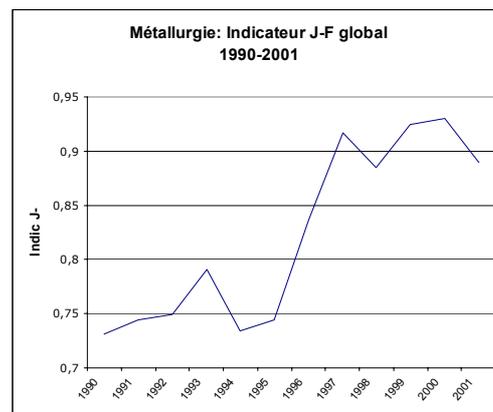
**Fig. 54. - Evolution des indicateurs individuels Jaggi - Freedman relatifs aux déchets sur la période 1995-2001**

### *Tendance générale pour le secteur*

En conclusion, si on agrège les différents facteurs, on observe une croissance générale des performances environnementales du secteur (Figs. 55 et 56). Elles montrent l'amélioration de la performance globale de ce secteur sur les périodes 1995-2001 et 1990-2001 respectivement. La Fig. 55 tient compte d'un nombre réduit de polluants (consommation d'énergie et pollutions atmosphériques) alors que sur la période 1995 à 2001 (Fig. 56), la quasi totalité des facteurs polluants et des inputs ont été pris en compte. Cette amélioration de la performance environnementale par unité de chiffre d'affaires a toutefois tendance à stagner au cours des dernières années si on tient compte de l'ensemble des polluants. Les progrès réalisés s'expliquent essentiellement par la restructuration du secteur vers des produits et/ou filières moins polluantes : le passage de la sidérurgie vers le travail des métaux et au sein de la sidérurgie, la part de plus en plus importante de la filière électrique. Certaines améliorations peuvent être attribuables à des investissements et/ou progrès technologiques, comme pour l'amélioration de la qualité des eaux usées, mais le potentiel d'amélioration par ce biais semble faible selon les dires de la fédération elle-même.



**Fig. 55. - Evolution de l'indicateur Jaggi - Freedman global sur la période 1995-2001.**



**Fig. 56. - Evolution de l'indicateur Jaggi - Freedman global sur la période 1990-2001.**

## Analyse sectorielle : Le verre

### Description générale

Dès le 19<sup>ème</sup> siècle, la production de verre est une des activités clefs de la Région wallonne, après le charbon et la sidérurgie. C'est surtout dans le Hainaut, à proximité des sites d'extraction de combustible, qu'elle connut un essor. Cet essor était lié à l'augmentation et l'amélioration des habitats, au développement de l'industrie brassicole et du conditionnement des eaux minérales.

Le secteur verrier (NACE 26.1) appartient au secteur de la fabrication des produits minéraux non métalliques (NACE 26) qui comprend la fabrication d'une grande catégorie de matériaux qui ont été transformés à partir de diverses matières premières inorganiques. Il est composé des activités de **production** et de **transformation** du verre.

#### *Aperçu des procédés*

La **production** de verre est elle-même subdivisée en trois :

- le *verre plat* (NACE 26.11) qui comprend essentiellement la production de « float » et de verre imprimé (dit aussi verre coulé) ;
- le *verre creux* (NACE 26.13) qui regroupe la fabrication de verre d'emballage (bouteilles, pots, flacons...) destiné à l'industrie, ainsi que la verrerie de ménage (verrerie de table et d'ornementation) et le verre à la main (gobeletterie et cristal destiné aux ménages);
- le *verre technique* rassemble pour l'essentiel la production de la laine de verre et de fibres de verre (NACE 26.14) ainsi que la production de microsphères et des articles très élaborés (NACE 26.15) tels que la verrerie de laboratoire et des pièces techniques en verre pour l'industrie des lampes, des lunettes, pharmaceutique, chimique, etc....

Les procédés de fabrication varient en fonction du type de produit :

- Le *verre plat* est fabriqué selon un procédé appelé « float ». Ce procédé consiste à verser, à la sortie du four, le ruban de verre en fusion, sur un bain d'étain liquide maintenu dans une atmosphère neutre ou réductrice. La faible densité du verre par rapport à celle du métal lui permet de flotter. Ainsi fabriqué, le verre n'a plus besoin de polissage ou de doucissage. Il peut être directement découpé et vendu en l'état ou transformé directement pour des applications industrielles, les secteurs du bâtiment et de l'automobile.
- Dans le secteur du *verre creux*, beaucoup plus diversifié, les procédés de fabrication sont plus complexes et sont généralement la combinaison de plusieurs procédés élémentaires (soufflage, pressage). La particularité du verre creux par rapport au verre plat est qu'il permet l'incorporation d'une part importante de groisil<sup>18</sup>, entre 50 et 90% pour les bouteilles vertes, ce qui permet de réduire à la fois la température de fusion ainsi que les matières premières consommées.

---

<sup>18</sup> Du groisil ou calcin est du verre récupéré et recyclé, finement broyés.

L'activité de **transformation** s'est fortement développée ces dernières années autour de deux grands producteurs internationaux de verre plat. Le verre plat y est façonné et transformé pour fabriquer du verre trempé, du verre feuilleté et des vitrages isolants (NACE 26.12).

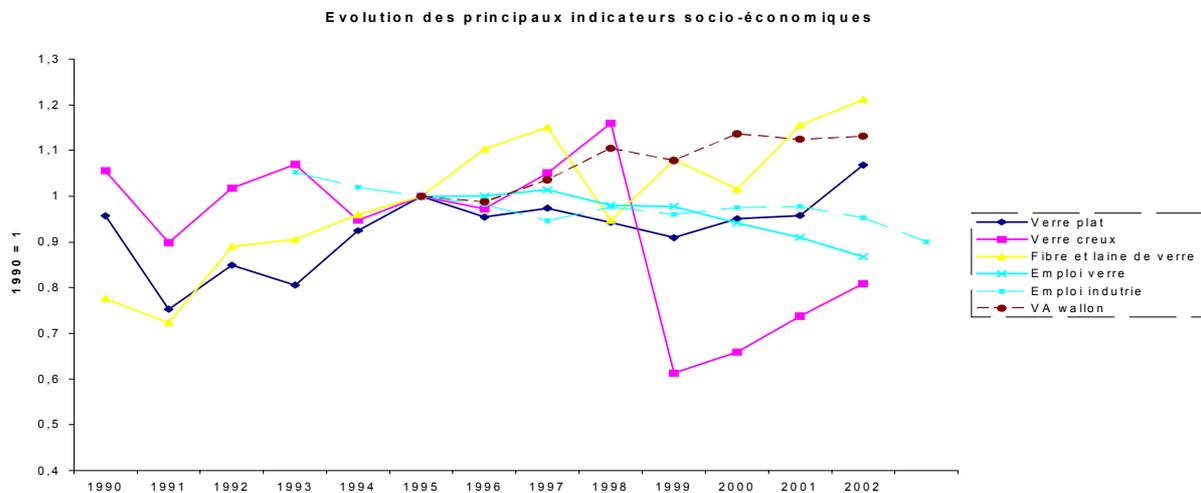
### Le secteur en Wallonie

La Fig. 57 donne la répartition des établissements du secteur en Région wallonne.



Source : FIV - Commissariat général aux Relations internationales de la Communauté française de Belgique 1999.

**Fig. 57.** - Localisation des établissements verriers wallons.



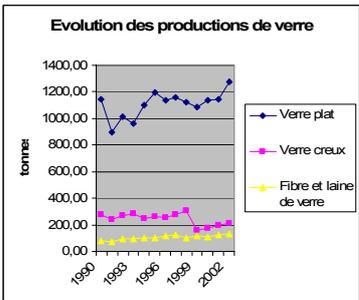
**Fig. 58.** – Evolution des principaux indicateurs socio-économiques.

### Tendances socio-économiques

De nos jours, l'industrie verrière occupe toujours une place importante en termes socio-économiques, même si elle a été dépassée par la chimie et l'alimentaire. Pour le secteur du verre, la plupart des données socio-économiques pour la période ne sont pas fournies<sup>19</sup>. Les chiffres clefs disponibles sont repris au Tableau 6 ainsi qu'à la Fig. 58.

<sup>19</sup> Par l'étude de l'ICEDD ou par l'IWEPS, les données étant fournies au niveau du sous-secteur des minéraux non-métalliques.

**Tableau 6. - Données socio-économiques clefs pour le secteur du verre.**

<b>Généralités</b>	
- Secteur du verre wallon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 53 établissements, 79% PME</li> <li>• Secteur très intégré (production et transformation)</li> </ul>
<b>Emploi (2002)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6555 emplois (44% pour la transformation et le façonnage ; 22% fabrication verre creux et 22% verre plat)</li> <li>• 4% de l'emploi de l'industrie wallonne</li> <li>• 47% de l'emploi wallon des minéraux non métalliques</li> <li>• 60% de l'emploi du secteur verrier belge</li> <li>• 2% de l'emploi du secteur verrier européen</li> <li>• Evolution 1995-2002 : -13% (contre -4% pour l'industrie wallonne)</li> <li>• Emploi concentré dans les grandes entreprises</li> </ul>
<b>Chiffre d'affaire (2000)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,4 milliards €</li> <li>• 57% du secteur des produits minéraux non métalliques</li> <li>• 65% de l'industrie belge</li> </ul>
<b>Valeur Ajoutée (2002)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 442 millions €</li> <li>• Moins de 1% du PIB wallon</li> <li>• 38% produits minéraux non métalliques</li> <li>• 59% de l'industrie du verre belge</li> </ul>
<b>Productivité = CA/emploi (2000)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,2 millions € industrie du verre wallon</li> <li>• 0,18 millions € industrie du verre belge</li> <li>• 0,17 millions € secteur de produits minéraux non métalliques</li> <li>• 0,27 millions € industrie wallonne</li> </ul>
<b>Investissements (2002)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 57 millions €</li> <li>• 15 % VA (moyenne sur les 5 dernières années)</li> <li>• Investissements environnementaux (2,3 millions € dans les investissements de type intégré ; 0,82 dans les investissements dits « end-of-pipe » dont 0,7 millions dans les techniques d'épuration des émissions atmosphériques)</li> </ul>
<b>Production (2002)</b>	
 <p>Répartition de la production de verre en 2002</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verre plat: 79%</li> <li>Verre creux: 13%</li> <li>Fibre et laine de verre: 8%</li> </ul>  <p>Evolution des productions de verre</p> <p>tonnes</p> <p>1990 1993 1996 1999 2002</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verre plat</li> <li>Verre creux</li> <li>Fibre et laine de verre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,6 millions de tonnes par an</li> <li>• 1,275 million de tonnes de verre plat coulé (1,044 millions de tonnes verre plat commercialisé)</li> <li>• 0,214 million de tonnes verre creux coulé (0,142 verre creux commercialisé)</li> <li>• 0,128 million de tonnes de laine et fibre de verre (+19% au profit de la laine de verre entre 1990 et 2002)</li> <li>• Verre plat = 79% du verre fondu en Wallonie; 13% verre creux et 8% fibres et laine de verre</li> <li>• Production wallonne de verre plat = 15% production européenne ; 3,5% production mondiale</li> <li>• Entre 1998 et 1999: ↓47% production de verre creux</li> <li>• Entre 1990 et 2002 : ↑15% production de verre</li> </ul>

La structure de l'industrie du verre en Région wallonne est atypique par rapport aux autres pays européens : en effet, l'activité de production de verre plat y est prépondérante alors que dans les autres pays européens, c'est le verre creux. La Wallonie produit 15% de la production européenne de verre plat et 3,5% de la production mondiale. C'est le second producteur de verre plat au niveau européen.

## **Les enjeux environnementaux de la production (et transformation) du verre**

Les principaux enjeux environnementaux pour l'industrie du verre sont :

1. la consommation de ressources (matière et énergie),
2. les rejets dans l'air,
3. le recyclage des déchets de verre.

### *Les matières premières*

En 2002, la consommation de matières premières par l'industrie verrière wallonne est estimée à environ 2 millions de tonnes, essentiellement sous forme de silice, de soude et de chaux ou dolomie. Plus spécialement,

- 1,6 millions de tonnes de sable d'excellente qualité ( $\text{SiO}_2$  - **silice**),
- 0,4 million de **soude** (oxyde de sodium ou potassium sous forme de carbonate - avec un complément éventuel de sulfate). Elle joue le rôle de fondants permettant de diminuer la température de fusion de  $\text{SiO}_2$ ,
- des éléments alcalino-terreux sous forme de **chaux** ou de **dolomie** (oxyde double naturel de calcium et de magnésium) qui servent de stabilisant et à améliorer la résistance chimique des verres sodiques en diminuant fortement leur solubilité.

Ces éléments se retrouvent en proportions variables en fonction des produits finis. Sont ensuite ajoutés les autres additifs éventuels, comme par exemple le borax; le minium ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ) qui apporte  $\text{PbO}$  ; les oxydes de métaux de transition,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ... ; les oxydes de plomb et d'autres métaux (comme le potassium ou le baryum)...

Le rôle de fondant des oxydes alcalins est complété par incorporation d'une quantité minimale de déchets de verre récupéré et recyclé, finement broyés, appelé **groisil** ou calcin. Les fours de production de verre creux fonctionnent couramment avec un mélange comportant plus de 50% de groisil (la moyenne est de 20% pour le verre plat). Certains fours, utilisés, en particulier, pour fabriquer des bouteilles vertes, emploient parfois jusqu'à 90 % de groisil, voire plus. Les verreries wallonnes, essentiellement orientées vers le verre plat (cf. plus haut), utilisent peu ce processus de recyclage, ce qui induit une consommation en matières premières relativement élevée (70 à 80% de matières premières naturelles (sable, dolomie, chaux, feldspath)). Les sables siliceux constituent 75% de ces matières premières et la soude est produite artificiellement par l'industrie chimique à partir de sel ( $\text{NaCl}$ ).

### *Consommation énergétique*

Les matières premières sont fondues dans des fours réfractaires, à des températures oscillant entre 1200 et 1500°C. La fabrication du verre est donc une activité à forte consommation énergétique et les choix quant à la source d'énergie, la technique de chauffe et la méthode de récupération de chaleur sont les éléments centraux de la conception des fours. Ces mêmes choix sont également les déterminants essentiels des performances

environnementales et de l'efficacité énergétique de l'opération de fusion. Ce secteur consomme 25% de l'énergie utilisée pour les produits minéraux non métalliques, 6% de la consommation énergétique finale de l'ensemble de l'industrie wallonne.

En 2002, l'énergie consommée par le secteur verrier est de plus de 15 PJ<sup>20</sup>. 45% de ces besoins énergétiques sont couverts par le fioul extra lourd, 39% par le gaz naturel et 16% par l'électricité. L'intensité énergétique du secteur verrier est élevée. Elle est mesurée par le rapport de la consommation énergétique à la valeur ajoutée et s'élève à 0,034 GJ/€ en 2002 (à comparer à 0,022 GJ/€ pour l'ensemble de l'industrie wallonne).

En 2002, les consommations énergétiques finales de l'industrie de verre plat, de verre creux et d'autres verres représentent respectivement 71%, 14% et 15% de l'énergie totale consommée par l'ensemble du secteur verrier wallon.

#### *Consommation et pollution de l'eau*

Le secteur verrier ne consomme pas beaucoup d'eau par rapport à d'autres secteurs industriels. Elle sert principalement aux bains de trempe, au refroidissement de la matière en fusion<sup>21</sup> ou des compresseurs d'air, au nettoyage et à l'humidification. En 2001, les activités verrières ont consommé 3,95 millions de m<sup>3</sup>, soit 58% du volume total d'eau du secteur des produits minéraux non métalliques. Cependant, ces activités ne correspondent qu'à 0,23% de l'eau totale consommée par l'industrie wallonne.

En 2001, les eaux de process, les eaux de refroidissement et les eaux non déversées représentent 85%, 2% et 9% respectivement du volume total consommé par le secteur. Cette même année, 3,34 millions de m<sup>3</sup> d'eaux usées ont été déversés par le secteur verrier (ce qui correspond à 0,1% du total déversé par l'industrie). Les effluents contiennent une charge polluante très faible étant donné la nature de leurs procédés et des matières premières utilisées (minérales).

#### *Les émissions atmosphériques*

Les émissions des fours proviennent des réactions physiques et chimiques subies par les matières premières, et de la combustion. Les principaux rejets des verreries sont le **CO<sub>2</sub>** mais aussi l'**azote**. C'est le troisième sous-secteur émetteur de gaz à effet de serre et le deuxième émetteur de polluants acidifiants du secteur de la fabrication de produits minéraux non métalliques. Il rejette également de petites quantités de poussières, de chlorures, de fluorures, de dioxyde de soufre, de monoxyde de carbone ainsi que des quantités, plus petites encore, de composés organiques et de métaux lourds.

#### Les émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et l'effet de serre

Les quantités globales de gaz à effet de serre produites par le secteur verrier wallon gravitent autour de 1Mt éq. CO<sub>2</sub>. Ce secteur est responsable de 13% des émissions du secteur des minéraux non métalliques (ce qui le positionne comme deuxième secteur industriel émetteur de gaz à effet de serre en Wallonie), et de 4% des émissions de GES de l'industrie, de 2% de la Wallonie. Les émissions de CO<sub>2</sub> constituent 97% des GES et proviennent essentiellement de la combustion et du process.

---

<sup>20</sup> Pétajoule

<sup>21</sup> Système de recyclage en circuit fermé.

### Emissions de polluants acidifiants

En 2002, le secteur verrier est responsable de 15% et 6% des émissions de polluants acidifiants de l'industrie et de la Wallonie, respectivement. Sa contribution aux émissions de SO<sub>2</sub> et de NO<sub>x</sub> du secteur des minéraux non métalliques (premier secteur industriel émetteur de polluants acidifiants en Wallonie) est de 31% et 34%, respectivement.

Les fluorures sont présents dans les matières premières et certains sont rejetés dans l'atmosphère pendant la fusion. Les quantités de HF émises en 2000 atteignent 73 tonnes. Les pollutions de l'industrie verrière dues aux composés chlorés sont également problématiques. Les émissions de chlorure d'hydrogène (HCl) du secteur verrier wallon gravitent autour de 100 tonnes.

### Les émissions de métaux lourds dans l'air

Le secteur verrier est responsable d'environ 7% des émissions totales de métaux lourds de l'industrie en 2002 et de 71% de ceux du secteur des produits minéraux non métalliques. Les métaux les plus en cause sont le zinc, le sélénium, le plomb, le chrome, le nickel et enfin le cuivre. Les émissions des métaux lourds proviennent principalement de traces de ces métaux dans les combustibles utilisés ou parfois d'impuretés mineures dans certaines matières premières. Ces poussières apparaissent surtout lors de la production de verres spéciaux.

#### *Les poussières*

Avec 0,7 ktonnes de poussières émises en 2002, le secteur verrier est responsable d'environ 4% des émissions totales de l'industrie et de 24% des quantités totales émises par le secteur des produits minéraux non métalliques. Dans une verrerie, les gaz de fumées contiennent des particules du mélange vitrifiable: alcalis (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>), chlorures (Cl<sup>-</sup>), fluorures (F<sup>-</sup>), et sulfates (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>). La poussière rejetée dans l'atmosphère par les fours de fusion sous l'effet de la chaleur, et la condensation de parties du mélange vitrifiable qui se solidifient sous forme de poussières ultrafines, constituent un autre problème majeur de cette industrie.

#### *Les déchets*

La quantité de déchets générés annuellement pendant la période 1997-2002 s'élève en moyenne à 103 ktonnes<sup>22</sup>. La quantité de déchets de production générés s'élève en moyenne à 46 ktonnes de 1997 à 2002<sup>23</sup>.

Pour le secteur verrier, les déchets de verre représentent 42% du total généré en 2002. Il s'agit majoritairement de déchets de production. Les déchets minéraux (réfractaires et boues contenant de la poussière de verre) et les déchets industriels banals représentent 34% et 14% du gisement total. On estime qu'en moyenne entre 1997 et 2002, 70% des quantités estimées de déchets générés sont valorisées et 30% sont éliminées. La valorisation matière concerne principalement les déchets de production tels que le groisil ou calcin et une partie des déchets d'emballages. Le secteur verrier n'est pas un grand producteur de déchets dangereux. La

---

<sup>22</sup> L'analyse qualitative et quantitative des déchets générés par le secteur et de leur gestion se base sur des informations tirées des enquêtes menées par la DGRNE, de 1995 à 2002, comprennent les réponses de 12 sièges d'exploitation du secteur verrier wallon couvrant 74% de l'emploi.

<sup>23</sup> Au regard de l'ensemble des données et de l'évolution de la production de verre qui est stable, les données relatives aux années 2001 et 2002 sont sans doute sous-estimées (cf. rapport de l'ICEDD).

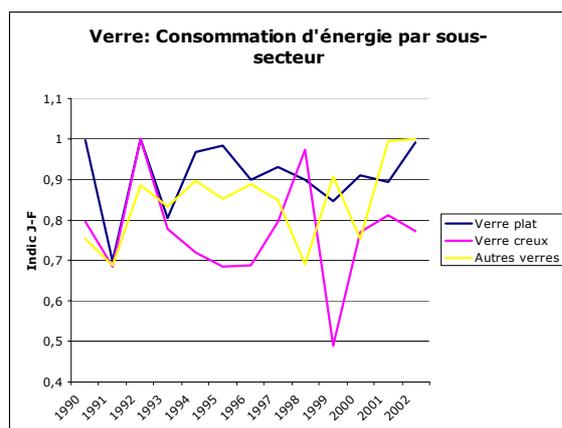
quantité totale des déchets dangereux estimée en 2002 s'élève à environ 1,2 ktonnes (2% du total de déchets).

## Evolution des impacts environnementaux

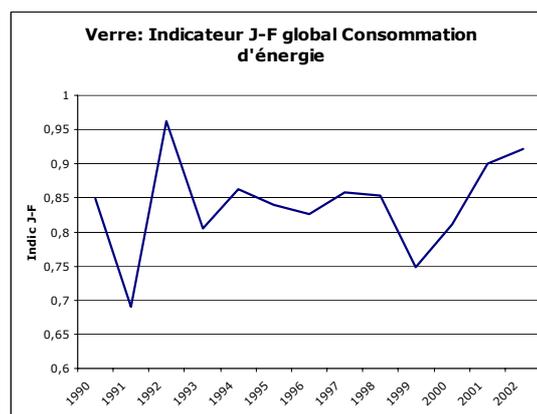
Les indicateurs analysés concernent pour la plupart des grandeurs normalisées par production (ne disposant pas de données de chiffres d'affaire). Les indicateurs seront dès lors normalisés en fonction des tonnages de verre produit (verre creux et verre plat confondus).

### *Tendances détaillées pour la période 1990-2002*

La Fig. 59 montre l'évolution en dents de scie de la performance environnementale relative à la consommation d'énergie par unité de production. Au cours de la période 1990 à 2002, la consommation énergétique de l'industrie de verre plat a augmenté de 12%, celle de l'industrie de verre creux a diminué de 22% et celle des autres industries verrières a légèrement augmenté proportionnellement à la production des différents types de verre. Globalement, l'indicateur J-F de consommation d'énergie globale<sup>24</sup> montre une très légère croissance de la performance surtout les trois dernières années.



**Fig. 59.** - Evolution des indicateurs Jaggi - Freedman de consommation d'énergie par unité de production pour chaque type de produit sur la période 1990-2002.

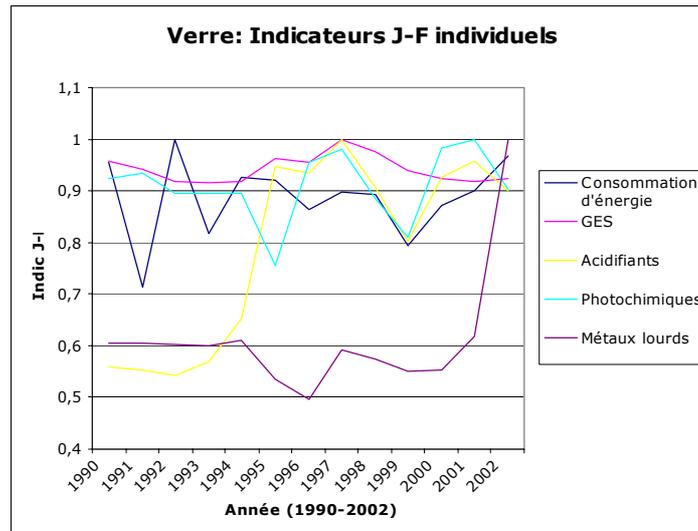


**Fig. 60.** - Indicateurs J-F de consommation d'énergie par unité de production sur la période 1990-2002.

La stabilisation, voire l'augmentation de la consommation spécifique d'énergie du secteur du verre creux, s'explique par de nombreux arrêts d'activités dans ce secteur; la variation du taux de groisil ; la production de produits à haute valeur ajoutée et haute consommation spécifique.

La Fig. 61 montre l'évolution des indicateurs principaux, compte tenu des données disponibles sur la période 1990-2002. La tendance générale des indicateurs de Jaggi – Freedman montre une nette amélioration de la performance environnementale en ce qui concerne les émissions de polluants acidifiants et les métaux lourds ; par contre, on n'observe pas d'amélioration significative en ce qui concerne la consommation d'énergie, les émissions de GES et de polluants photochimiques par kilo de verre produit.

<sup>24</sup> Moyenne non pondérée des indicateurs des trois secteurs.



**Fig. 61-** Evolution des indicateurs individuels Jaggi - Freedman par rapport à la production sur la période 1990-2002.

Les quantités globales normalisées de polluants acidifiants produites par le secteur verrier wallon (hors NH<sub>3</sub>) ont diminué de 34% au cours de la période 1990 à 2002, et ce, malgré une hausse de la production de verre coulé de 8% sur cette même période. Elles sont restées assez stables depuis 1995. La réduction des émissions de SO<sub>2</sub> à partir de 1995 correspond au passage de l'usage de fioul à haute teneur en soufre à celui de fioul à basse teneur en soufre. Les quantités de NO<sub>x</sub> émises en moyenne de 1995 à 2002 (0,165 kt équivalente) ont augmenté de 3% depuis 1990. Au total, cela représente une diminution du total équivalent acide de 40% par rapport aux niveaux de 1990. Les quantités émises de métaux lourds ont fortement diminué entre 1995 et 2002.

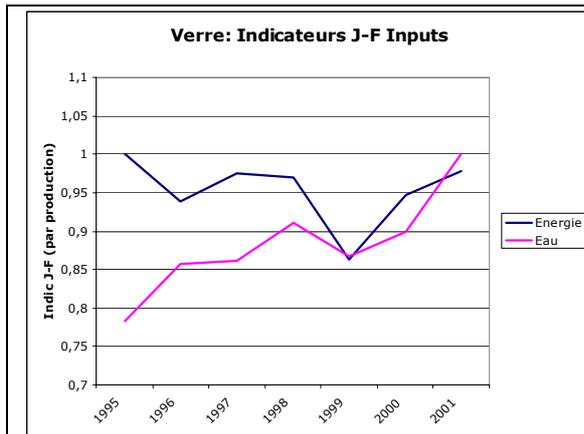
La consommation d'énergie augmente de 6% entre 1990 et 2002, à un rythme légèrement inférieur à la production. Les émissions moyennes de gaz à effet de serre entre 1995 et 2002 sont restées stables (une légère augmentation de 1% est observée), et ce, malgré la diminution de la consommation de gaz naturel de 11% au profit de l'électricité (+25%) et du fioul extra lourd (+ 25%).

En conclusion, les émissions de CO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub> par unité énergétique ont augmenté respectivement de 8% et 7%, tandis que les émissions de SO<sub>2</sub> ont diminué de 55% au cours de la période 1990-2002. L'augmentation de CO<sub>2</sub> s'explique par la diminution de la consommation de gaz naturel au profit de l'électricité et du fioul extra lourd. Par contre, les émissions de SO<sub>2</sub> par unité d'énergie ont diminué grâce à l'abandon progressif de l'utilisation du fioul extra lourd à haut contenu en soufre qui a été remplacé par des fiouls à moindre teneur en soufre. Quant aux émissions de NO<sub>x</sub>, elles ne sont pas liées à la composition des combustibles, mais au mode de combustion et aux procédés d'affinage du verre aux nitrates.

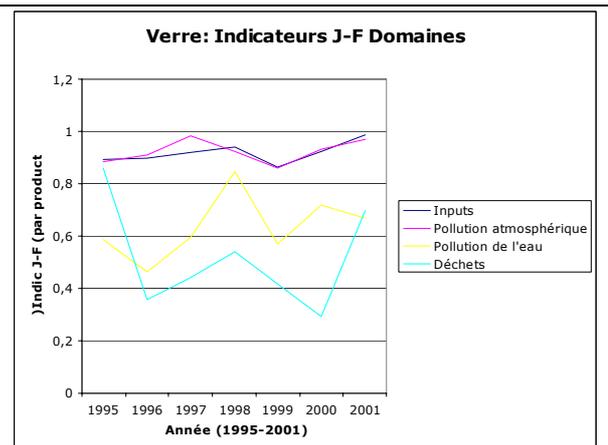
#### *Tendances détaillées pour la période 1995-2001*

L'analyse sur base des indicateurs J-F sur la période 1995-2001, tenant compte d'un plus grand nombre de variables, montre une légère baisse de la performance environnementale en matière d'énergie (alors qu'on avait une hausse de 1990 à 2001) et une

nette progression en matière de consommation d'eau totale (Figs. 62 - 63). Cette dernière a diminué de 27% et la consommation par tonne produite a diminué de 22%<sup>25</sup>. Cette réduction a été possible en augmentant la part de l'eau de circulation (circuit fermé), tout en réduisant au maximum les pertes d'eau. On observe également une très légère amélioration des performances environnementales par unité de production pour la période 1995-2001, que ce soit au niveau de la consommation d'inputs, des polluants atmosphériques ou encore de la pollution de l'eau. En matière de déchets, on assiste à une régression des performances environnementales par unité de production.



**Fig. 62.** - Indicateurs J-F Inputs Eau et Energie sur la période 1995-2001.



**Fig. 63.** - Evolution des indicateurs Jaggi - Freedman par domaine sur la période 1995-2001.

Le volume rejeté d'eaux usées provenant des procédés a diminué de 30%. Au total, le volume d'eaux usées déversé par les établissements du secteur a diminué de 28% en 2001 par rapport à 1995 comme résultat d'une rationalisation dans l'utilisation des eaux industrielles par le secteur (Fig. 64).

En ce qui concerne la charge polluante, elle a progressivement diminué<sup>26</sup> (une réduction de 33% en 2001 par rapport à 1995). Grâce à des investissements en stations d'épuration, les quantités déversées des matières en suspension, de DCO, d'azote et de métaux lourds ont diminué de 57%, 61%, 2% et 31%, respectivement, en 2001, par rapport à 1995. Par contre, la quantité de phosphore (nutriments qui nécessitent eux un système de traitement tertiaire, plus coûteux) a augmenté de 260% au cours de la même période. En 2001, 23 établissements sur les 58 étaient assujettis à la taxe car considérés comme ayant des rejets d'eaux usées significatifs (du point de vue des normes fixées par la taxe). Le secteur verrier est responsable de 1% de la charge totale polluante rejetée dans l'eau par l'industrie en 2001 (ce qui représente 12.277 UCP).

De 1997 à 2002, le taux d'élimination des déchets de production est passé de 31% en 1997 à 2% en 2002 au profit de la valorisation (matière et énergie – Fig. 65). L'industrie verrière est le secteur qui recycle le plus en interne et l'incorporation de verre recyclé dans les matières premières a un effet bénéfique sur la consommation énergétique (en moyenne, pour

<sup>25</sup> En 2001, l'industrie verrière wallonne a consommé 2.7 m<sup>3</sup> d'eau par tonne de verre produite.

<sup>26</sup> Exception faite pour 1996.

10% de groisil ajouté cela représente 2,5 à 3% d'économie d'énergie et un gain en matière première<sup>27</sup>). D'une part, l'ajout du groisil ou calcin aux matières premières facilite la fusion de celles-ci et, d'autre part, il n'est plus nécessaire de fondre les matières premières. Dans le cas de groisil interne, sa composition est connue et on n'hésite donc pas à le réintroduire dans le four. Dans le cas du groisil externe, la composition est inconnue et la présence d'impuretés peut avoir un effet dramatique sur la qualité du verre. En 2000, dans l'industrie verrière, environ 320 ktonnes de groisil (sur 395 ktonnes de groisil généré) ont été réintroduites dans les procédés de fusion.

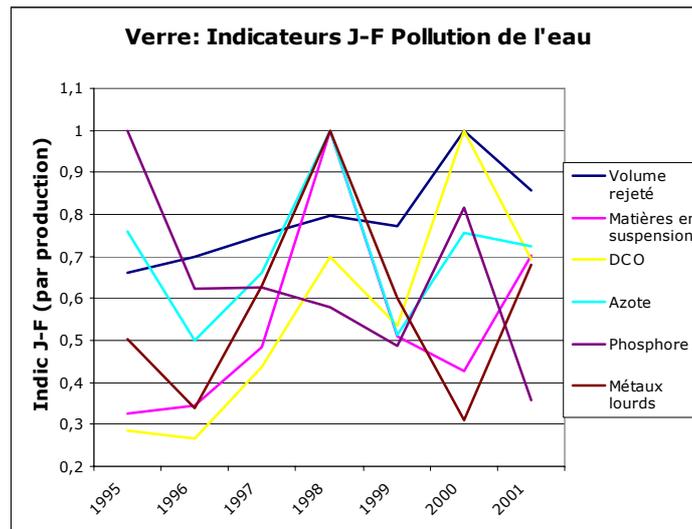


Fig. 64. - Indicateurs J-F Pollution de l'eau sur la période 1995-2001.

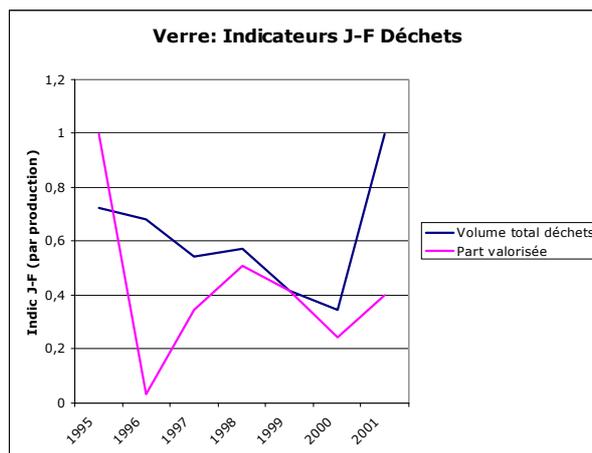


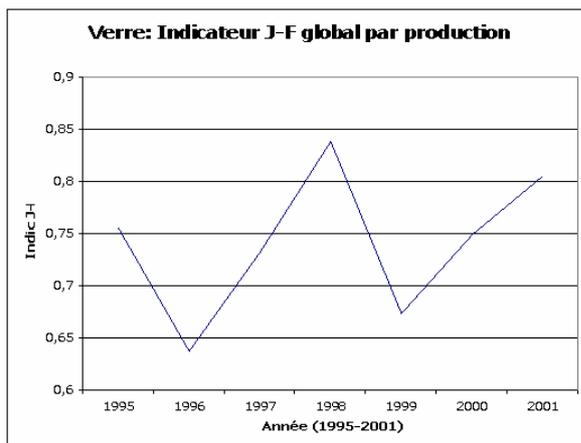
Fig. 65. - Indicateurs J-F Déchets sur la période 1995-2001.

<sup>27</sup> Pour 1,5 tonnes de groisil recyclées, on économise 1,3 tonnes de sable, 500 kg d'autres matières premières et l'équivalent énergétique de 120 kg de pétrole.

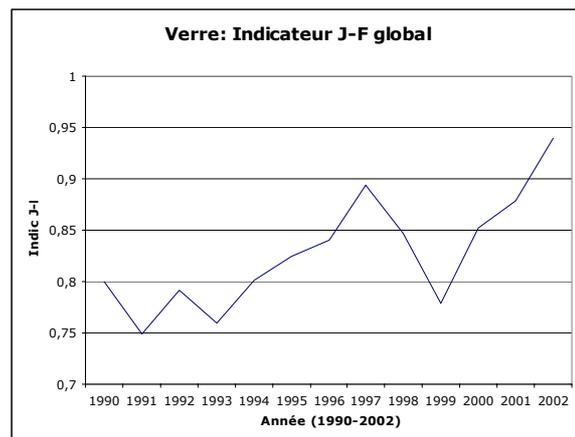
Selon la FIV<sup>28</sup>, le secteur verrier belge recycle environ 95% des déchets de production de verre et la Belgique se place en tête des pays européens en ce qui concerne le recyclage du groisil interne. Les verriers sont intéressés à recycler le verre pour autant que celui-ci réponde à leurs critères de qualité. C'est pourquoi la situation est plus compliquée pour le groisil externe qui ne peut être envisagé à grande échelle que pour le verre creux et les produits d'isolation.

*Tendance générale pour le secteur*

En conclusion, sur la période 1990-2001, la Fig. 66 montre une croissance des performances environnementales pour le secteur, mais cette performance tient compte d'un nombre réduit de polluants (consommation d'énergie et les pollutions atmosphériques) alors que sur la période 1995 à 2001 (Fig. 67) la quasi totalité des facteurs polluants et des inputs ont été pris en compte. Sur la période 1995-2001, l'amélioration des performances par unité de production est bien moindre et aurait tendance à stagner au cours des dernières années si on tient compte de l'ensemble des polluants. Les progrès réalisés s'expliquent essentiellement par la restructuration du secteur vers des produits et/ou filières moins polluantes. Certaines améliorations peuvent être attribuables à des investissements et/ou progrès technologiques, comme pour l'amélioration de la qualité des eaux usées, mais le potentiel d'amélioration par ce biais est faible selon les dires de la fédération elle-même.



**Fig. 66.** - Evolution de l'indicateur Jaggi - Freedman global sur la période 1995-2001.



**Fig. 67.** - Evolution de l'indicateur Jaggi - Freedman global sur la période 1990-2001.

<sup>28</sup> La Fédération de l'Industrie du Verre

## Analyse sectorielle : La Production d'Electricité

### Description générale

Les principes de fonctionnement des centrales électriques, ainsi que la description du secteur en Wallonie, sont repris dans le chapitre « Production d'électricité » du Rapport sur l'Etat de l'Environnement wallon 2006.

#### *Tendances socio-économiques*

Les Figs. 68 – 71 montrent les tendances de quelques grandeurs socio-économiques. Sur la période 1990 – 2001, le chiffre d'affaires du secteur de la production d'électricité (Fig. 68) commence par suivre une évolution parallèle à celle de l'ensemble de l'industrie wallonne, pour ensuite s'accélérer par rapport à cette dernière, plus particulièrement au cours des dernières années (2000-2001). Cette hausse est en partie liée à celle du chiffre d'affaires par rapport à la production d'électricité, comme le montre la Fig. 69, où l'accélération est assez manifeste en fin de période. De fait, nous avons affaire à un secteur à très haute valeur ajoutée : la Fig. 70 montre une valeur ajoutée par emploi bien supérieure à celle de l'industrie wallonne, avec une évolution globalement et significativement à la hausse sur la période 1995 – 2002.

Avec 24 TWh consommés pour 5 TWh exportés en 2002, la Région wallonne exporte pas moins de 21% de sa production essentiellement vers la région bruxelloise. Ces dernières années et principalement en 2001, les chiffres montrent cependant une tendance à la baisse de ces exportations extrarégionales (Fig. 71). Par contre, au niveau belge, on constate que, depuis 1992, notre pays est devenu importateur net d'électricité. En 2002, la Belgique a ainsi importé plus de 7,6 TWh d'électricité ce qui représente près de 8,5% de l'électricité consommée.

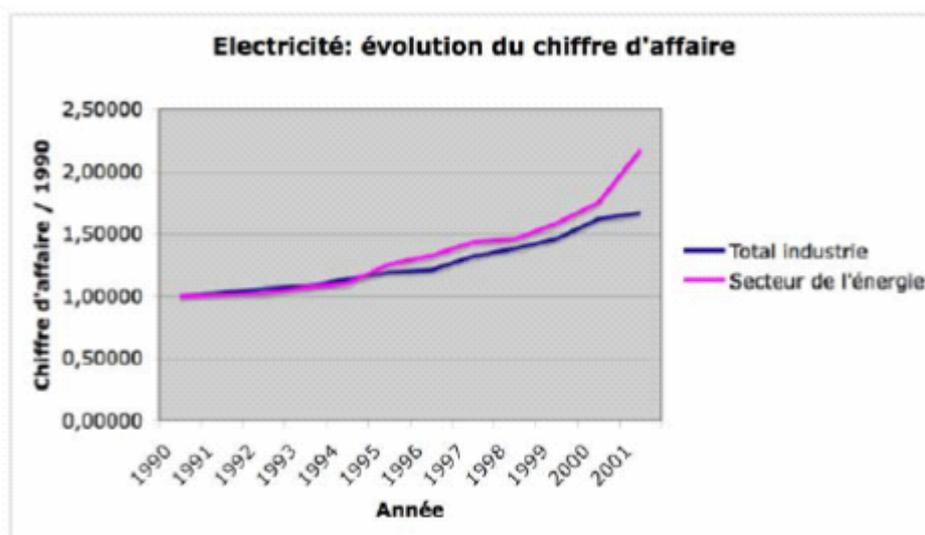


Fig. 68. – Evolution du chiffre d'affaires du secteur de la production d'électricité entre 1990 et 2001, comparée à celle de l'ensemble de l'industrie wallonne.



Fig. 69. – Evolution du rapport entre le chiffre d'affaires et la production d'électricité de 1990 à 2001.

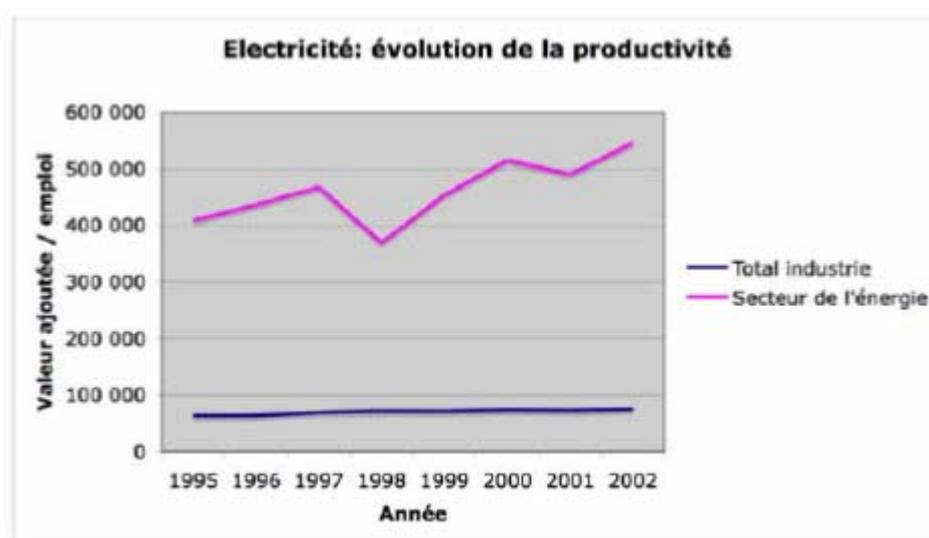


Fig. 70. – Evolution de la productivité (valeur ajoutée par emploi) du secteur de la production d'électricité entre 1995 et 2002, comparée à celle de l'ensemble de l'industrie wallonne.

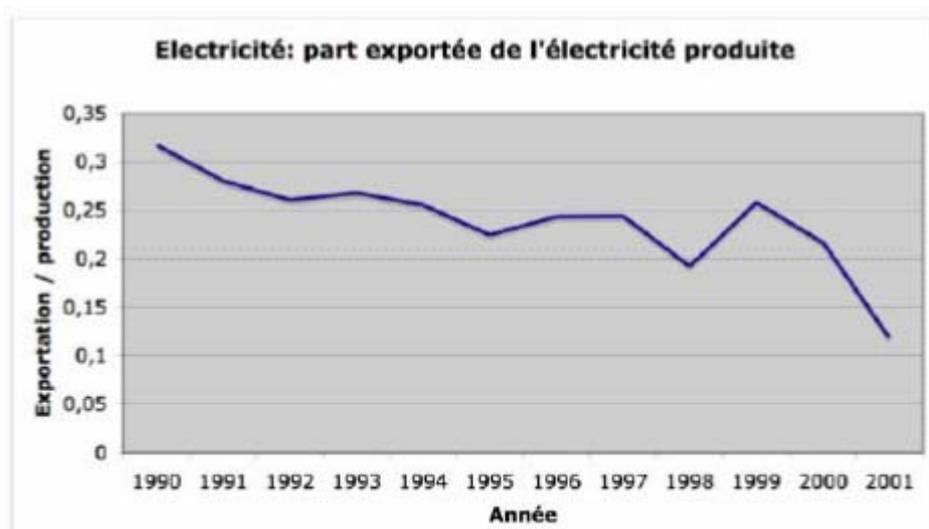
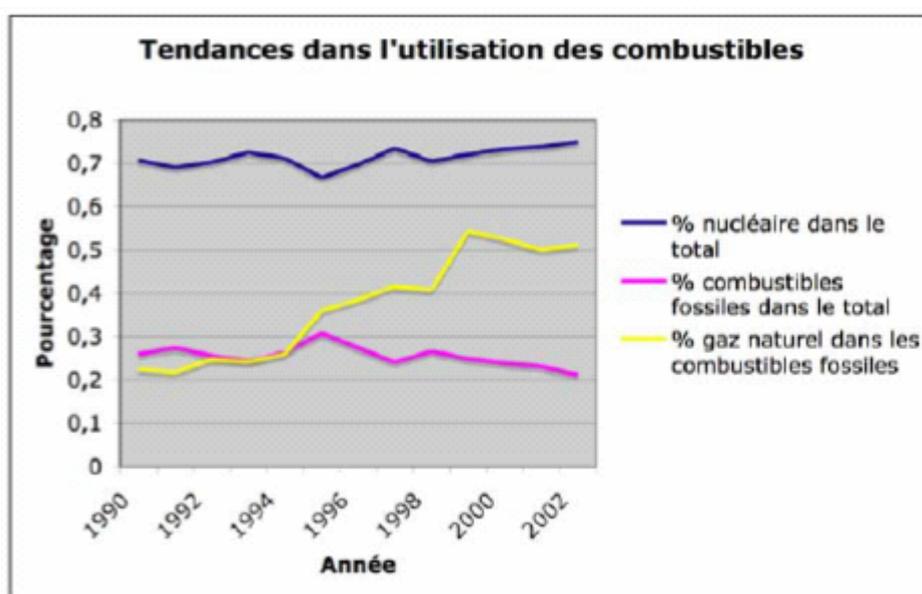


Fig. 71. – Evolution des exportations par rapport à la production d'électricité entre 1990 et 2001.

## Les enjeux environnementaux de la production d'électricité

### *Approvisionnement énergétique*

La Fig. 72 montre que les parts du nucléaire et des combustibles fossiles dans l'approvisionnement énergétique sont relativement constantes sur la période 1990 – 2001, s'élevant respectivement à environ 70 % et 25 % en moyenne. Par contre la part du gaz naturel dans les combustibles fossiles s'est considérablement élevée sur la même période, traduisant le recours croissant à ce combustible moins nocif sur le plan environnemental, ainsi qu'à des technologies performantes (centrales TGV). Cette part est passée d'environ 20 % en 1990 à plus de 50 % en fin de période.



**Fig. 72.** – Tendances dans l'utilisation des combustibles dans le secteur de la production d'électricité, sur la période 1990 – 2001.

### *Consommations d'eau*

Le secteur se situe au premier rang parmi les utilisateurs d'eau en Wallonie. Il a consommé à lui seul 75% du volume total d'eau consommé par l'industrie wallonne en 2001.

L'électricité est produite principalement dans des cycles à vapeur où de l'eau est mise sous pression, chauffée, vaporisée puis surchauffée avant d'être détendue dans des turbines à vapeur qui entraînent les alternateurs. Une petite partie de cette eau est transformée en vapeur et alimente, en circuit fermé, les turbo-alternateurs qui transforment en électricité l'énergie mécanique et thermique contenue dans la vapeur d'eau. Le tout fonctionnant en circuit fermé, la consommation d'eau de cette partie du procédé est très faible. De grandes quantités d'eau sont néanmoins nécessaires pour refroidir les condenseurs des turbo-alternateurs.

La plus grande partie de l'eau consommée par les centrales électriques sert de fluide de refroidissement. Il n'y a donc pas ici de pollution chimique ou biologique. La pression sur l'environnement est surtout de nature thermique. Pour ne pas trop perturber les écosystèmes fluviaux, les électriciens sont tenus de respecter des normes de températures pour leurs rejets. 97% de l'eau consommée dans les centrales sert de refroidissement. Seuls 3% sont réellement consommés pour le cycle vapeur.

### *La production d'électricité*

La consommation belge est passée, de 1950 à 2002 de 10.000 GWh à environ 78.000 GWh. Elle a donc été multipliée par 8 en 50 ans. Toutefois, sur les 12 dernières années, la croissance de la production s'infléchit nettement. Pour la Wallonie, la consommation en 2002 était de 30.400 GWh. A noter que les centrales à énergies fossiles ainsi que les centrales hydrauliques comme la centrale de Coo ou celle de la Plate-Taille ont aujourd'hui une vocation d'appoint ou de régulation, rendue nécessaire par l'inertie des centrales nucléaires qui ne peuvent pas suivre les variations rapides de la demande électrique.

Le Plan pour la Maîtrise durable de l'Energie en Wallonie à l'horizon 2010 a pour objectif de diminuer la consommation finale d'énergie de 6% entre 2000 et 2010. Ce plan est indicatif et n'a pas de force réglementaire. Pour y parvenir, ce plan projette d'agir simultanément sur l'offre et la demande d'énergie afin de satisfaire au mieux les exigences fondamentales de la politique énergétique, à savoir : la sécurité d'approvisionnement, l'accès à l'énergie pour tous et à des bonnes conditions économiques et la gestion rationnelle de l'énergie. Deux champs d'action différents sont envisagés :

- Amélioration de la production et de la distribution d'énergie (choix du combustible, filières énergies renouvelables...);
- Maîtrise de la demande d'énergie par l'utilisation rationnelle de l'énergie.

### *Les émissions atmosphériques*

#### Les gaz à effet de serre (GES)

La production d'électricité est, en 2002, le troisième émetteur de gaz à effet de serre après la métallurgie et la fabrication des produits minéraux non métalliques, soit 14% des émissions de gaz à effet de serre de l'industrie. Les principaux gaz à effet de serre sont le CO<sub>2</sub>, le N<sub>2</sub>O et le CH<sub>4</sub>. Le CO<sub>2</sub> est nettement majoritaire en ce qui concerne les émissions.

A Kyoto en 1997, la Belgique s'est engagée à réduire de 7,5% (à répartir suivant les régions<sup>29</sup>), par rapport à 1990, ses émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2010. Dès le 1<sup>er</sup> janvier 2005, suivant la Directive 2003/87/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 2003 toute installation visée à l'annexe 1 de la directive 2003/87/CE (installation de production d'énergie, de production ou de transformation de métaux ferreux, de fabrication de pâtes à papier, de papier et de carton et de production de minéraux non métalliques) devra, pour pouvoir être exploitée, disposer d'un permis d'émettre et sera soumise à un système de quotas.

Les entreprises qui réduisent plus leurs émissions que les quotas alloués peuvent vendre leurs « surplus » à d'autres qui éprouvent des difficultés à atteindre leur objectif.

---

<sup>29</sup> 7,5% pour la Région Wallonne

### Les polluants acidifiants

La production électrique constitue le troisième secteur industriel émetteur de polluants acidifiants derrière celui des produits minéraux non métalliques et l'industrie métallurgique, soit 14,1% des émissions de polluants acidifiants de l'industrie. L'acidification de l'environnement est essentiellement attribuée à 3 polluants : SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> et NH<sub>3</sub>. Ceux-ci sont générés par la combustion des combustibles fossiles.

En 1991, les sociétés de production d'électricité ont signé avec les autorités fédérales et régionales un accord de branche portant sur la réduction des émissions des polluants acidifiants NO<sub>x</sub> et SO<sub>2</sub> en provenance des centrales électriques belges.

### Les polluants photochimiques

En 2002, le secteur de la production d'électricité est responsable du 1,8% des émissions totales de composés organiques volatils non méthaniques de l'industrie. Sous le vocable "composés organiques volatils non méthaniques" ou COVNM sont regroupés un ensemble de composés hydrocarbonés volatils, dans leurs conditions usuelles d'utilisation, à l'exclusion du méthane. Dans le cas des centrales électriques, ces émissions proviennent de la combustion des combustibles fossiles. Elles sont plus particulièrement fonction des conditions de combustion et du combustible utilisé.

### Les métaux lourds

En 2002, le secteur de la production d'électricité est responsable d'environ 1,1% des émissions totales de métaux lourds de l'industrie. Les métaux les plus présents dans les émissions des centrales électriques sont le zinc, le mercure, le nickel, le cuivre et le chrome. Ces cinq composés représentent en 2002 un plus de 89% des métaux lourds totaux émis par le secteur. Ils proviennent essentiellement du charbon.

### Les polluants organiques persistants (POPs)

En 2002, le secteur de la production d'électricité était responsable d'environ 0,2% des émissions de HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) et de 2% des émissions de dioxines de l'industrie. Les émissions de dioxines ont pour origine les procédés thermiques faisant intervenir des matières organiques et du chlore. Les émissions de HAPs sont issus de combustions incomplètes et se concentrent dans les suies et les fumées.

### Les poussières PM10

En 2002, le secteur de la production d'électricité est responsable d'environ 6% des émissions totales de PM10 (particules de taille inférieure à 10 µm), de l'industrie. Les particules émises par le secteur sont constituées de fines matières liquides (brouillards) ou solides (poussières, fumées...) de composition diverse et de tailles comprises entre 0,001 et 50 µm. La taille et la composition physico-chimique des particules émises dans l'air dépendent de leurs sources d'émission. Dans le cas des centrales au charbon, ces PM10 sont majoritairement constituées de fines cendres de charbon qui sont emportées par les fumées de combustion.

### *Les rejets d'eaux usées*

La production d'électricité représente 72% des volumes d'eaux rejetés en Wallonie et 79% des volumes issus de l'industrie en 2001. Elle est le premier contributeur en termes de volumes déversés, et sa charge est essentiellement thermique (rejets d'eaux chaudes).

En Wallonie, les mesures destinées à combattre la pollution des eaux consistent principalement en la délivrance d'une autorisation de rejet et/ ou de prélèvement via le permis d'environnement, la perception d'une taxe sur le déversement des eaux usées industrielles et d'une contribution ou d'une redevance liées à la prise d'eau souterraine. Les autorisations de rejet se basent sur les normes générales et sectorielles et sur la qualité du milieu récepteur. Les entreprises sont soumises à une taxe sur le déversement des eaux industrielles en application du principe « pollueur-payeur ».

### *Les déchets*

Le secteur de la production d'électricité est le quatrième secteur le plus générateur de déchets de Wallonie après la métallurgie, l'industrie alimentaire et l'industrie chimique, soit 4,7% de l'apport total industriel. Ce gisement est composé en moyenne à 96% de cendres volantes, de mâchefers et de suies issus des centrales thermiques. Le reste des déchets du secteur provient soit des activités d'entretien, de démolition et de support, soit d'activités d'assainissement.

La politique de gestion des déchets se base sur le principe fondamental de la distinction hiérarchique des gestions, qui accorde la préférence en premier lieu à la prévention des déchets, puis à leur valorisation (qui comprend la réutilisation, le recyclage la valorisation matière et la valorisation énergétique) et enfin à leur élimination (qui comprend notamment l'incinération sans valorisation énergétique et la mise en décharge).

## **Evolution des impacts environnementaux**

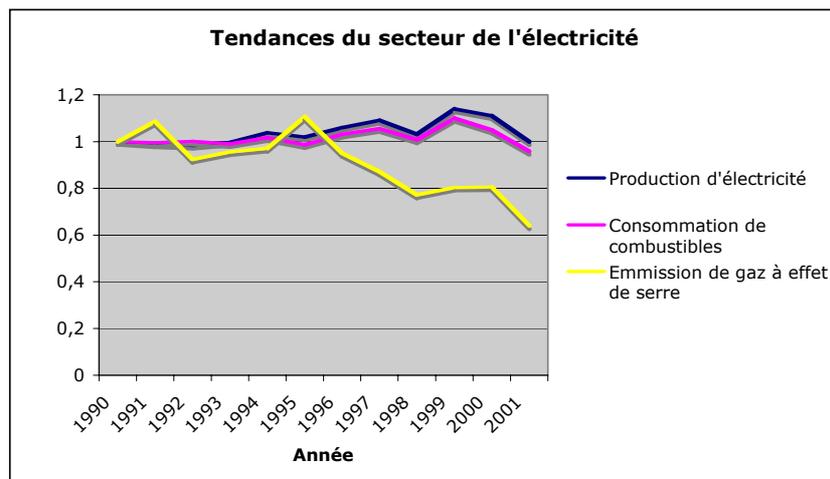
Commençons par signaler que les indicateurs ci-après analysés concernent pour la plupart des grandeurs normalisées par *chiffre d'affaires*. Le secteur de la production électrique aurait pu se prêter à une normalisation par la production d'électricité (en GWh), puisque cette quantité caractérise la production du secteur de façon biunivoque. Il s'agit sans doute d'un des rares secteurs dans ce cas, si pas le seul ; les autres secteurs industriels se caractérisent en effet par la production d'outputs multiples, de sorte qu'il n'est en général pas possible d'exprimer la production en fonction d'un de ces outputs en particulier. C'est pour cette raison que, pour la majorité des secteurs analysés, nous avons normalisé les indicateurs par le chiffre d'affaires, qui englobe les différentes productions. Pour des raisons d'homogénéité, nous procédons donc de même pour le secteur de la production électrique. La relation entre chiffre d'affaire et production d'électricité transparaît dans le graphe de la Fig. 69.

### *Tendances générales 1990 – 2001*

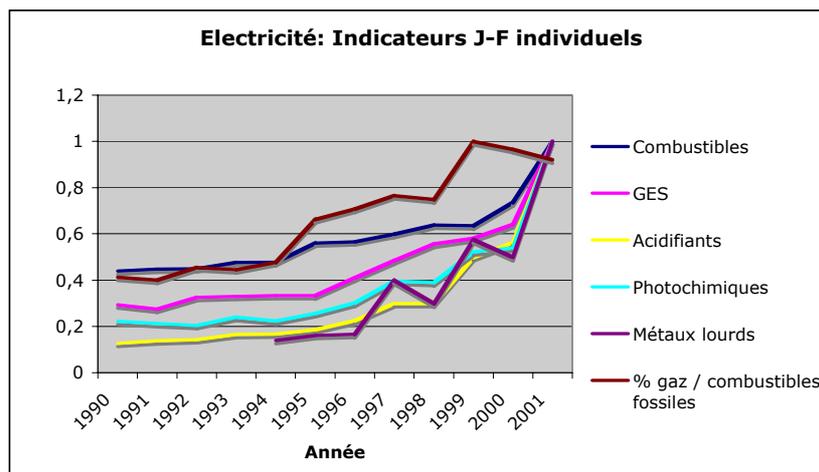
La Fig. 73 montre que la consommation de combustibles suit étroitement l'évolution de la production électrique, ce qui est normal étant donné que, compte tenu de l'évolution technologique et de l'impératif d'une efficacité économique, on travaille près de la limite des

possibilités techniques. Par contre, on observe un net découplage des émissions de gaz à effet de serre par rapport à la même production : ce progrès est sans aucun doute lié au recours croissant au gaz naturel comme combustible privilégié. La Fig. 72 montre effectivement qu'à partir de l'année 1995 on a davantage recours à ce combustible ; c'est à partir de cette année que se produit le découplage visible à la Fig. 73.

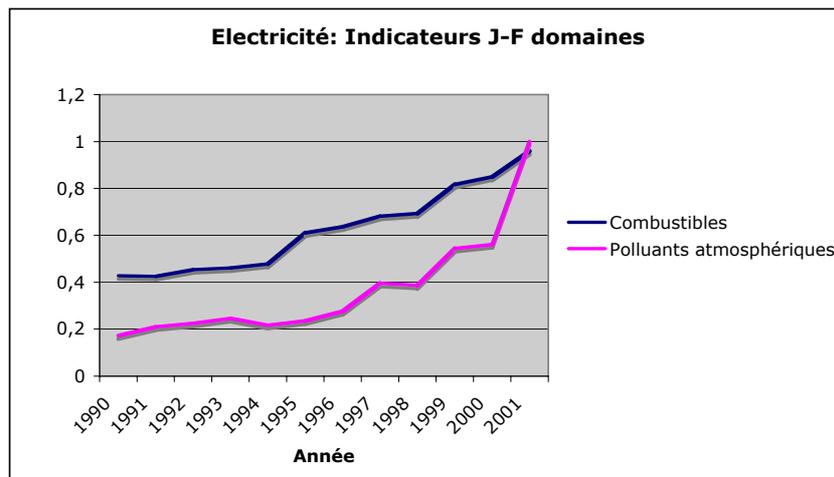
Dans la suite de cette section nous utilisons les indicateurs de Jaggi & Freedman, dont la méthodologie a été expliquée dans la partie générale. Les Figs. 74-76 montrent l'évolution des indicateurs qu'on a pu retracer, compte tenu des données disponibles sur la période 1990 – 2001.



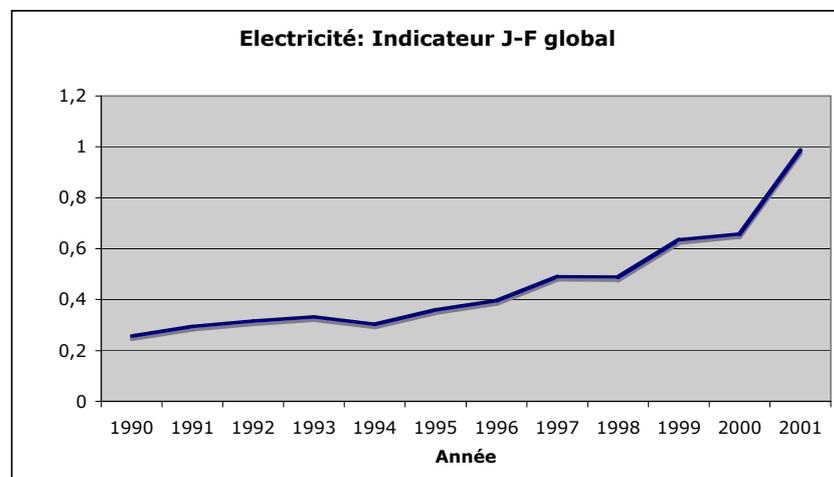
**Fig. 73.** – Tendances comparées de la production, de l'utilisation de combustibles (hormis les combustibles fossiles) et de l'émission de gaz à effet de serre pour le secteur électrique (1990-2001).



**Fig. 74.** – Evolution des indicateurs individuels sur la période 1990 – 2001.



**Fig. 75.** – Evolution des indicateurs par domaine sur la période 1990 – 2001.



**Fig. 76.** – Evolution de l'indicateur Jaggi-Freedman agrégé sur la période 1990 – 2001.

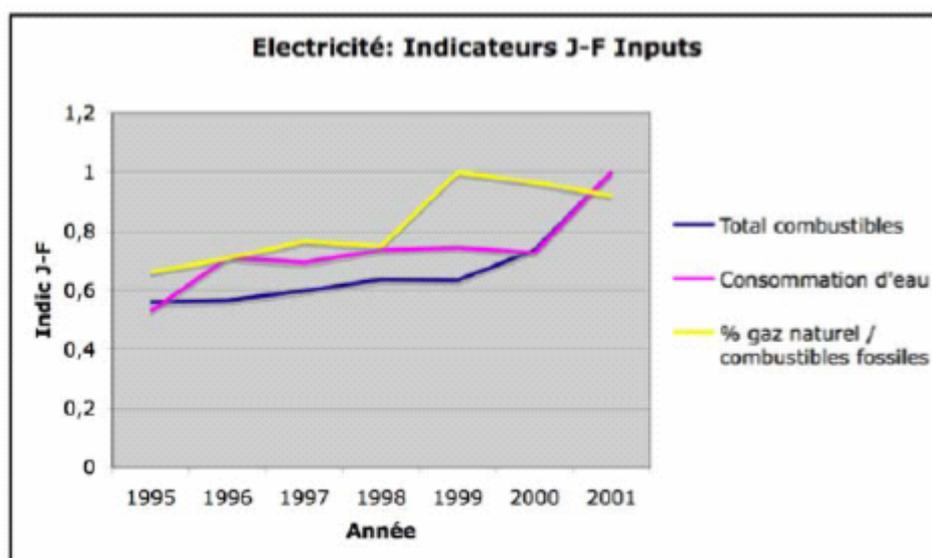
De manière générale, tous les indicateurs (Fig. 74) montrent une nette tendance à la hausse sur la période considérée, mis à part quelques oscillations dans l'évolution des métaux lourds. Rappelons toutefois qu'une telle évolution est influencée par le lien observé entre production électrique et chiffre d'affaires, qui subit une très nette hausse en fin de période (Fig. 69). Ce découplage entre chiffre d'affaires et production explique également l'évolution des indicateurs par domaine (Fig. 75) : alors que l'indicateur « combustibles » montre une hausse modérée (plus ou moins parallèle à celle de la Fig. 69), l'évolution est nettement plus accentuée pour l'indicateur « polluants atmosphériques ». Globalement parlant, l'indicateur agrégé (Fig. 76) traduit un progrès de 25,7 % à 98,7 %. Par comparaison, l'indicateur global calculé par rapport à la production (non illustré ici) montre un progrès de 47,6 % à 98,4 %.

Cette amélioration des indicateurs, que ce soit par rapport au chiffre d'affaires ou à la production, est tout de même extrêmement significative. Elle traduit les efforts considérables portés par le secteur à l'amélioration des performances environnementales. En effet, essentiellement dans la deuxième partie de la décennie 1990 – 2000, un certain nombre de centrales au charbon ont été progressivement remplacées par des centrales au gaz naturel, souvent des centrales TGV. Ceci explique l'amélioration de plusieurs paramètres intervenant dans la formulation des indicateurs, notamment ceux relatifs aux émissions des gaz à effet de serre et de polluants acidifiants. Une amélioration plus spectaculaire encore a été obtenue par

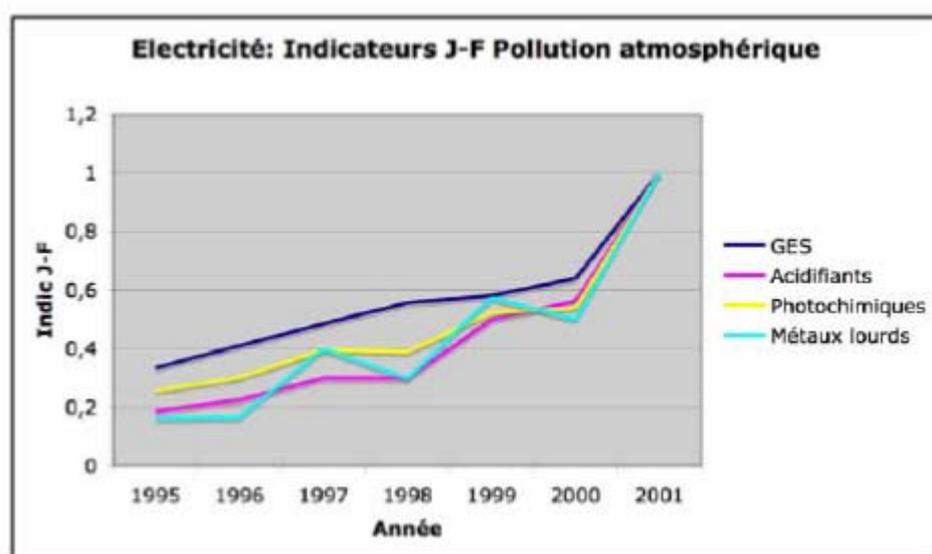
rapport aux métaux lourds et aux particules en suspension, non seulement grâce à la substitution de combustibles et de technologies évoquée plus haut, mais également par l'optimisation de la combustion et par la mise en place d'équipements de récupération de poussières.

*Tendances détaillées pour la période 1995 – 2001*

Les tendances à la hausse des performances environnementales que l'on vient d'évoquer se retrouvent sur la période 1995 – 2001, pour laquelle nous disposons de données plus détaillées, puisque les améliorations technologiques ont essentiellement eu lieu au cours de cette période. Nous trouvons donc les mêmes tendances qu'antérieurement pour les données relatives à l'utilisation de combustibles (Figs. 77, 81) et à la pollution atmosphérique (Figs. 78, 81).



**Fig. 77.** – Evolution des indicateurs individuels de consommation d'intrants sur la période 1995 – 2001.



**Fig. 78.** – Evolution des indicateurs individuels de pollution atmosphérique sur la période 1995 - 2001.

Aux variables déjà analysées, s'adjoignent maintenant celles relatives à la consommation d'eau (Fig. 77), à la pollution de l'eau (Fig. 79) et aux déchets (Fig. 80). Globalement parlant (Fig. 81), sur l'ensemble de la période, les indicateurs indiquent une amélioration des performances, moins spectaculaire il est vrai que celles relatives à la pollution atmosphérique. Cela est sans doute lié au fait que cette dernière constitue l'aspect le plus significatif des impacts environnementaux du secteur de la production d'électricité, sur lequel vont donc se porter les efforts prioritaires, tant en termes de réglementation qu'en termes d'améliorations technologiques.

La consommation d'eau appelle peu de commentaires. Par contre les paramètres concernant la pollution de l'eau montrent une évolution plus irrégulière (Fig. 79) se traduisant cependant, globalement, par une évolution plus lissée (Fig. 81), caractérisée par un creux de performance au niveau de l'année 2000. Comme on l'a souligné plus haut, la pollution de l'eau due à la production électrique est peu significative aux niveaux biologique et physico-chimique ; c'est essentiellement la pollution thermique qui est importante<sup>30</sup>.

L'évolution au niveau des déchets est contrastée (Fig. 80) : des deux variables retenues pour nos indicateurs, l'une (volume des déchets) montre une amélioration sur l'ensemble de la période, tandis que l'autre (pourcentage de déchets valorisés) connaît une chute vers la moitié de la période, passant par un minimum en l'an 2000. Cette dernière tendance semble difficile à expliquer sur base des informations disponibles. Le trend d'ensemble est positif (Fig. 81), avec le même léger creux en 2000 que celui constaté pour la pollution de l'eau.

Ces considérations débouchent sur l'évolution de l'indicateur Jaggi-Freedman agrégé, représentée à la Fig. 82. La tendance est à la hausse sur l'ensemble de la période (l'indicateur passant de 47,1 % à 93,6 %), avec le léger creux constaté pour l'an 2000, lié aux évolutions de la pollution de l'eau et des déchets. Globalement, le secteur montre l'une des améliorations les plus marquées quand on le compare aux autres secteurs analysés de l'industrie wallonne.

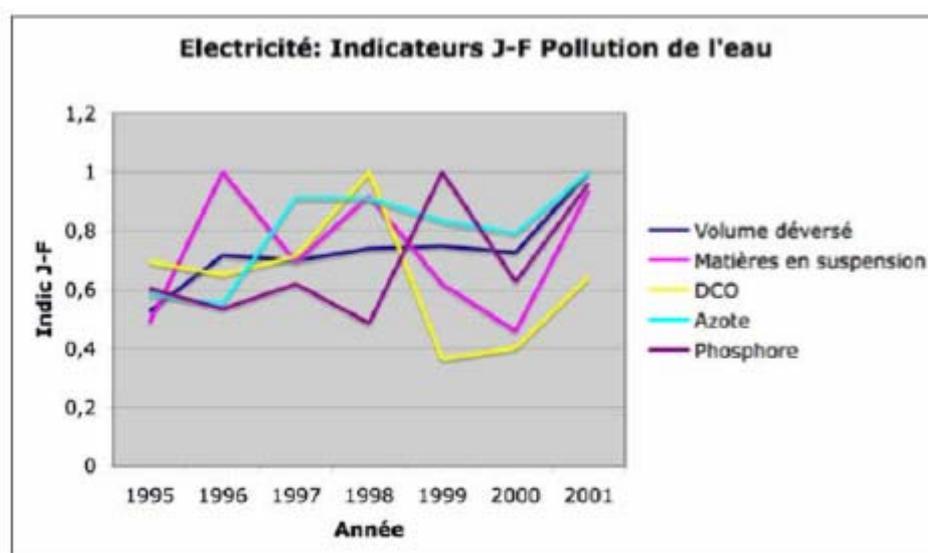


Fig. 79. – Evolution des indicateurs individuels de pollution de l'eau, sur la période 1995 – 2001.

<sup>30</sup> Pour plus de détails sur les prélèvements d'eau pour les centrales électriques, voir l'indicateur EAU1 dans le TBE2005 pour les années 1996-2002 ([http://environnement.wallonie.be/eew/datasrc.asp?indicID=iEAU\\_01](http://environnement.wallonie.be/eew/datasrc.asp?indicID=iEAU_01))

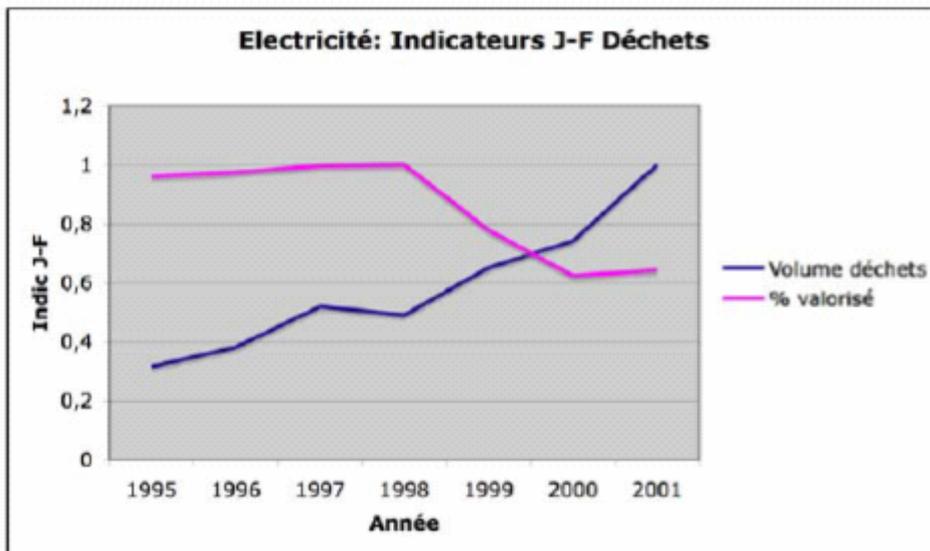


Fig. 80. – Evolution des indicateurs individuels relatifs aux déchets, sur la période 1995 – 2001.

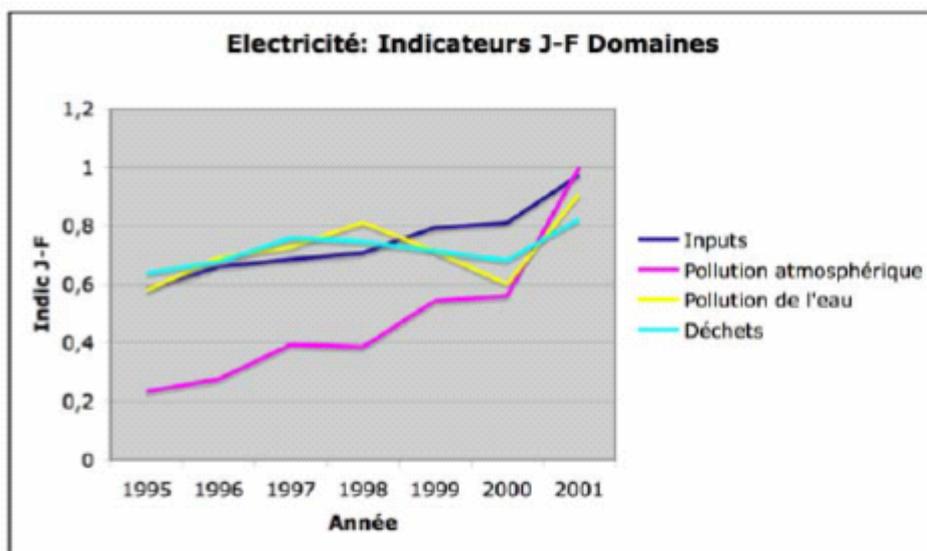
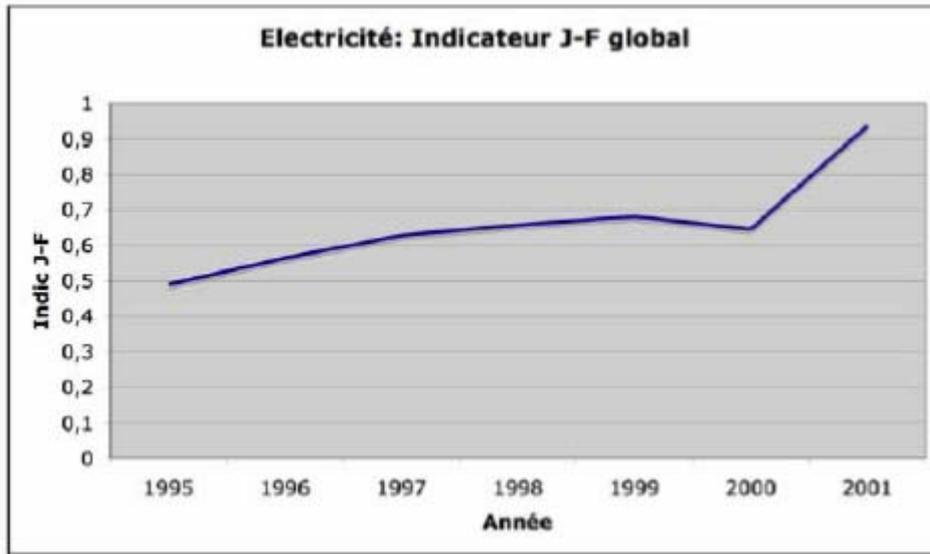


Fig. 81. – Evolution des indicateurs agrégés relatifs aux quatre grandes catégories d'impacts, sur la période 1995 – 2001.



**Fig. 82.** – Evolution de l'indicateur Jaggi-Freedman global, sur la période 1995-2001.

## Analyse sectorielle : Industrie du papier

### Description générale

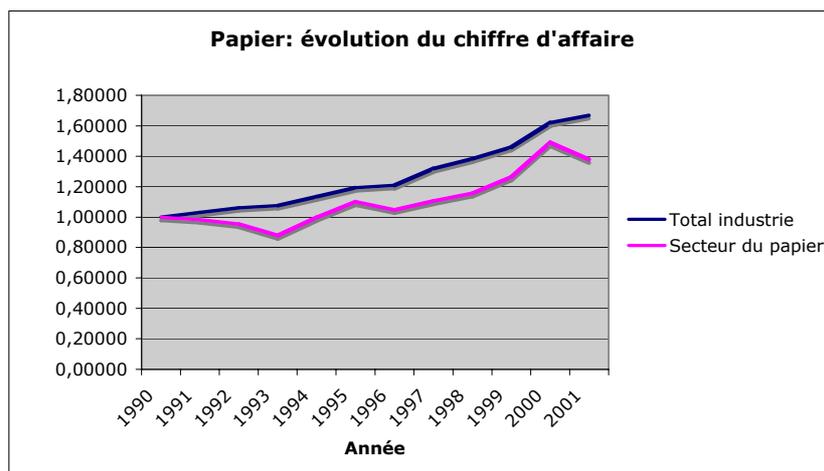
Sous l'appellation « industrie du papier » nous reprenons ci-après une grande diversité d'activités, couvertes par les sous-secteurs repris au Tableau 7. En gros, on distingue l'industrie papetière proprement dite et les industries graphiques. Ces activités se produisent en aval de la filière du bois et de la sylviculture et en amont d'une série d'autres activités économiques. Le Tableau 7 indique également le nombre d'établissements ainsi que les emplois concernés en Région wallonne, pour l'année 2002. On note que les industries graphiques sont en majorité des PME, avec en moyenne moins de dix employés, alors que l'industrie papetière, principalement le sous-secteur 21.1, regroupe des entreprises de plus grande taille.

Tableau 7. – Sous-secteurs et activités des industries papetières et graphiques (source : ICEDD 2006).

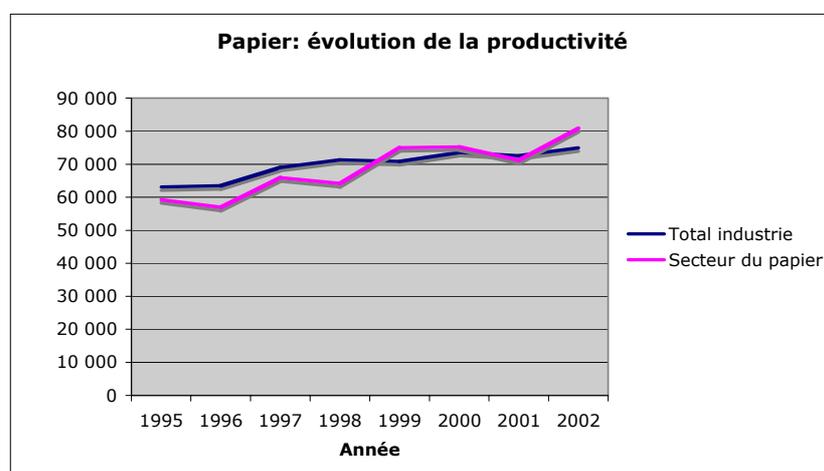
Industrie du papier et du carton, édition et imprimerie	Code NACE	Région wallonne (2002)		
		N. d'établissements	Emplois	Emplois/établissement
<b>Industrie papetière</b>	<b>21</b>	<b>59</b>	<b>4346</b>	<b>73,7</b>
Fabrication de pâte à papier, de papier et de carton (Première transformation)	21.1	10	2578	257,8
Fabrication d'articles en papier et en carton (Seconde transformation)	21.2	49	1768	36,1
<b>Industries graphiques</b>	<b>22</b>	<b>553</b>	<b>5099</b>	<b>9,2</b>
Edition	22.1	151	1357	9,0
Imprimerie	22.2	401	3741	9,3
Reproduction et enregistrement	22.3	1	1	1
<b>Total du secteur</b>		<b>612</b>	<b>9445</b>	<b>15,4</b>

### *Tendances socio-économiques*

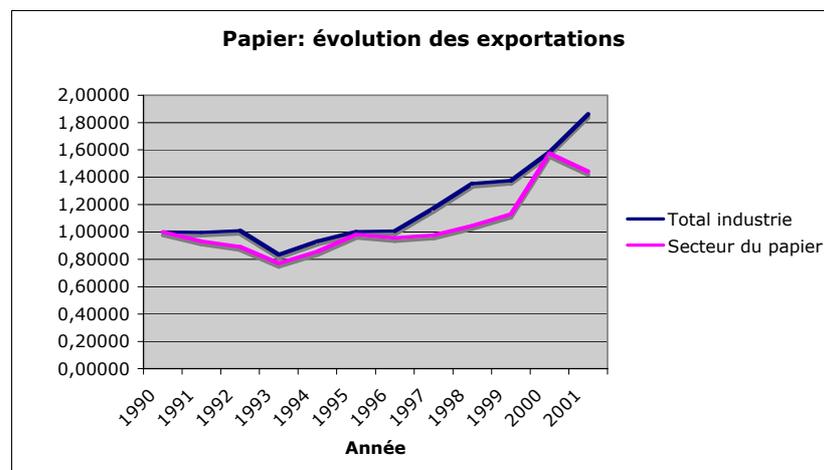
Les Figures 83 – 85 montrent l'évolution de trois paramètres socio-économiques du secteur, sur les périodes pour lesquelles les données pertinentes sont disponibles. On voit d'une part que le chiffre d'affaires augmente (Fig. 83), quoique moins vite que l'évolution de l'ensemble de l'industrie wallonne. Alors que la croissance de celle-ci est continue, l'évolution du secteur du papier est caractérisée par des creux, visibles au cours des années 1993, 1996 et 2001. Ceux-ci s'expliquent, d'une part, par la faillite de deux fabricants de papier wallons (1992), suivie de celle d'un fabricant de pâte à papier (1993), et d'autre part, par le ralentissement économique généralisé survenu au cours de l'année 2001 (ICEDD 2006).



**Fig. 83.** – Evolution du chiffre d'affaires du secteur du papier entre 1990 et 2001, comparée à celle de l'ensemble de l'industrie wallonne.



**Fig. 84.** – Evolution de la productivité (valeur ajoutée par emploi) du secteur du papier entre 1995 et 2002, comparée à celle de l'ensemble de l'industrie wallonne.



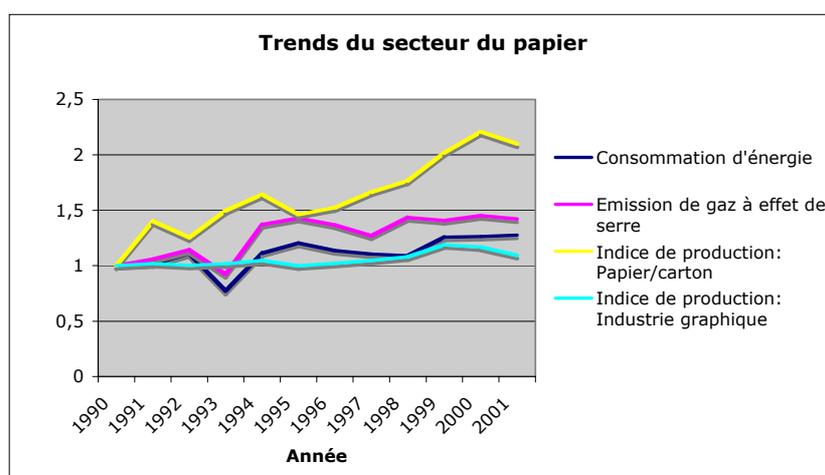
**Fig. 85.** – Evolution des exportations du secteur du papier entre 1990 et 2001, comparée à celle de l'ensemble de l'industrie wallonne.

Nonobstant ces creux observés, la productivité du secteur se maintient et se rétablit même en 2002 comme le montre la Fig. 84. La productivité du secteur du papier augmente même à un rythme plus élevé que celle de l'ensemble de l'industrie wallonne. La courbe des exportations suit quant à elle d'assez près celle de l'ensemble de l'industrie (Fig. 85), mis à part quelques décrochages plus significatifs entre 1997 et 1999 et surtout en 2001, sans doute également dus au ralentissement de l'activité économique.

Enfin, la Fig. 86 permet de se faire une idée de l'évolution de la production dans les deux grands sous-secteurs – industrie du papier et industrie graphique – en regard de deux variables environnementales (consommation d'énergie et émissions de gaz à effet de serre). On est frappé de voir l'évolution à la hausse, très marquée, de la production du sous-secteur du papier, représentant environ les deux tiers de l'activité du secteur, alors que celle du sous-secteur de l'industrie graphique est beaucoup moins significative. Parallèlement, la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre évoluent à la hausse, mais beaucoup moins que l'indice de production du sous-secteur du papier, de loin le plus énergivore, traduisant par là les efforts réalisés par le secteur en ce qui concerne ces impacts environnementaux. Ces aspects seront détaillés dans les sections qui suivent.

#### *Aperçu des procédés*

Comme nous l'avons indiqué plus haut, le « secteur » du papier inclut une grande diversité d'activités de production, qui vont de la fabrication de la pâte à papier à l'impression de livres, journaux et magazines. Les procédés de production intervenant dans ces différents sous-secteurs sont de natures extrêmement diverses et il est donc difficile d'en faire une présentation homogène, d'autant plus que dans chaque sous-secteur les procédés sont diversifiés également. Nous renvoyons donc le lecteur à la monographie publiée par l'ICEDD (2006) ou aux publications disponibles auprès du secteur (Cobelpa), pour se faire une idée des procédés. Il est plus opportun dans ce rapport de se concentrer sur les enjeux environnementaux, commentés ci-après.



**Fig. 86.** – Evolution des indices production des sous-secteurs du papier et de l'industrie graphique, de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre de l'ensemble du secteur, entre 1990 et 2001.

## Les enjeux environnementaux de l'industrie du papier (adapté de ICEDD 2006)

La fabrication de la pâte et du papier nécessite de grandes quantités d'eau et d'énergie sous la forme de vapeur et d'électricité. Les principaux problèmes d'environnement associés à cette production sont donc les rejets dans le milieu aquatique, la consommation d'énergie et les rejets dans l'atmosphère. Si le secteur n'a cessé d'investir au cours des dernières années pour mettre progressivement en œuvre les meilleures technologies disponibles, une série de politiques environnementales caractérisées par des approches en termes absolus (et non plus relatifs comme les normes/Permis/IPPC) représentent pour le secteur des enjeux majeurs. C'est le cas pour l'eau (directive cadre), pour l'énergie/CO<sub>2</sub> (engagements de la Wallonie dans Kyoto) et pour l'air (directive « plafonds d'émissions nationaux »).

En ce qui concerne le bois, matière première renouvelable, cette industrie s'attache à œuvrer en faveur de l'environnement en utilisant préférentiellement les sous-produits d'une forêt européenne dont la gestion durable est certifiée, notamment par la certification PEFC (Programme européen des Forêts Certifiées). L'entièreté de la forêt publique wallonne est ainsi couverte par cette certification. La pression croissante sur le marché du bois, exercée par la filière des énergies renouvelables, constitue également un enjeu majeur pour le secteur (voir le chapitre sur la gestion forestière dans le rapport sur le Tableau de Bord)..

Les *industries papetières* elles-mêmes sont particulièrement énergivores. Dans un contexte où les prix de l'énergie ne font qu'augmenter et où les émissions de CO<sub>2</sub> ne peuvent dépasser certains quotas, il est important pour le secteur d'améliorer son efficacité énergétique. C'est pourquoi, un accord de branche a été signé en 2003 avec les pouvoirs publics. Certains industriels du secteur n'ont pas attendu et des investissements ont déjà été réalisés. Plusieurs unités de cogénération ont vu le jour dont certaines fonctionnent au bois énergie et permettent de rentabiliser en interne les résidus de bois générés par la production. De même, la fabrication de pâte à papier a été optimisée. Néanmoins, ces efforts ne suffiront pas, d'autres investissements devront être réalisés et sont déjà attendus pour les années à venir.

Enfin, en matière d'eau, si l'impact du secteur a été fortement réduit depuis 20 ans, ce domaine reste pourtant le premier domaine d'investissement. La mise en œuvre de la directive cadre eau ainsi que la mise en place des BAT liée à la directive IPPC, si elle n'a pas encore été réalisée, risquent d'être pour certains un nouvel enjeu environnemental important dans les années à venir.

Pour les *industries graphiques*, les enjeux environnementaux actuels sont liés à la mise en œuvre des directives IPPC et COV et portent sur la réduction des émissions atmosphériques de composés organiques volatils. Dans un avenir proche, la mise en place du système REACH au sein de l'Union risque d'avoir un impact non négligeable sur le secteur car il prévoit le remplacement obligatoire des substances nocives par d'autres qui le sont moins (ou pas du tout), ce qui peut provoquer à terme la réduction de la gamme de formulations des encres d'impression, des vernis et des colles. L'EuPIA<sup>31</sup> décompte actuellement sur le marché européen la présence d'1.250.000 formulations différentes qui contiennent entre 10 et 50 composés chimiques différents. Cet éventail permet de tenir compte de la diversité des usages, des résistances demandées, des processus de transformation

---

<sup>31</sup> EuPIA = European Printing Ink Association.

ultérieurs, des procédés d'impression et même de l'humidité ambiante<sup>32</sup>. Or, dans une imprimerie, tout changement d'encre, de vernis ou de colle signifie de réaliser des ajustements qui vont influencer sur les rendements des machines et implique par ailleurs un apprentissage des opérateurs.

## **Evolution des impacts environnementaux**

Les tendances et analyses qui suivent porteront sur les impacts significatifs pour le secteur dans son ensemble, qui englobe, comme nous l'avons dit, une diversité de technologies : les enjeux du sous-secteur de la production de la pâte, des papiers et des cartons ne sont pas les mêmes que ceux de l'industrie graphique. Les données disponibles ne permettent pas de séparer les influences des deux sous-secteurs et les tendances sont donc analysées globalement. De même, comme pour les autres secteurs analysés, certaines données sont disponibles et seront donc analysées sur l'ensemble de la période 1990 – 2001 ; un plus grand éventail d'informations est accessible pour la période 1995 – 2000 et fera donc l'objet d'une analyse plus détaillée.

### *Tendances générales 1990 - 2001*

Les Figs. 87 et 88 montrent l'évolution d'indicateurs de type Jaggi-Freedman, construits à partir de variables pour lesquelles les données sont disponibles sur l'ensemble de la période, à savoir la consommation d'énergie, l'émission de gaz à effet de serre, l'émission de polluants atmosphériques acidifiants et photochimiques, ainsi que l'émission de métaux lourds dans l'air. Ces variables sont rapportées au chiffre d'affaires du secteur. Nous y avons adjoint un autre indicateur (sous forme de ratio), reflétant la consommation d'énergie spécifiquement pour le sous-secteur de la production de pâte à papier.

Bien que la tendance générale soit à l'amélioration de la performance environnementale sur l'ensemble de la période, on peut noter plusieurs particularités liées à l'évolution du secteur au cours de la période. Ainsi, l'indicateur global (Fig. 88) commence par décroître au cours des trois premières années, ce qui est dû à une décroissance de la majorité des performances individuelles (Fig. 87), en particulier l'émission de métaux lourds. Cette phase est suivie d'un spectaculaire redressement de tous les indicateurs en 1993, allant vraisemblablement de pair avec la faillite de deux fabricants de papier wallons (1992), suivie de celle d'un fabricant de pâte à papier (1993), facteurs permettant aussi d'expliquer la chute du chiffre d'affaires comme souligné plus haut. Après un rétablissement des tendances dès 1994, l'évolution repart à la hausse générale des performances, avec de nouveau une légère chute en fin de période (2001), accompagnant la perte de chiffre d'affaires et le ralentissement économique généralisé mentionnés précédemment. Notons que sur l'ensemble de la période, l'indicateur relatif aux émissions de polluants photochimiques reste médiocre, ce qui est lié à la performance exceptionnelle relevée pour 1993, qui calibre l'évolution sur la période (voir détails de la méthode de Jaggi et Freedman).

---

<sup>32</sup> Source : La politique de l'Union européenne en matière de produits chimiques - évaluation de l'impact sur l'industrie européenne des encres d'imprimerie, Eupia, Bruxelles, brochure du 9/11/2004

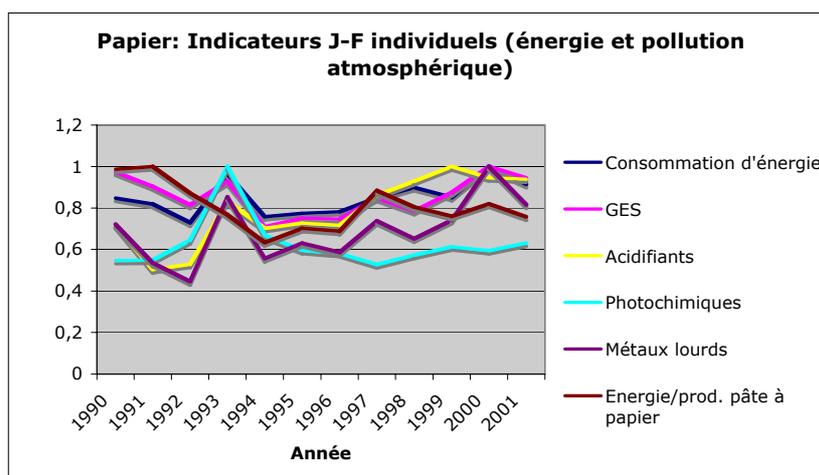


Fig. 87. – Evolution des indicateurs individuels sur la période 1990 – 2001.

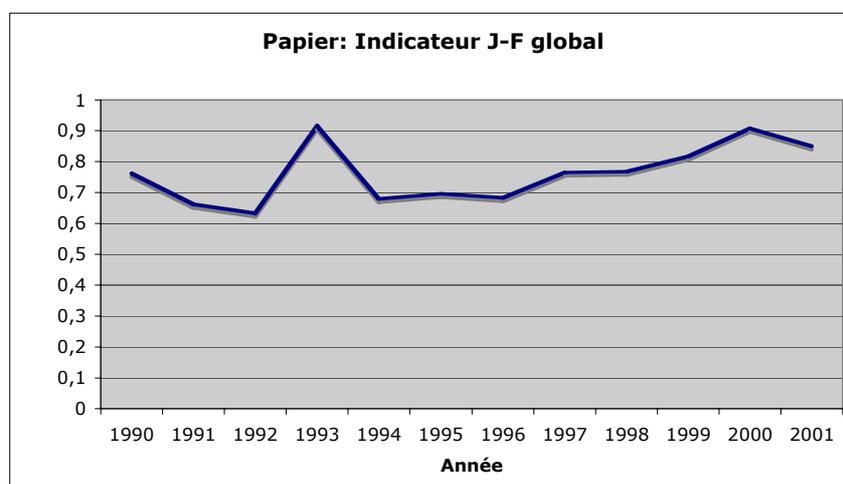


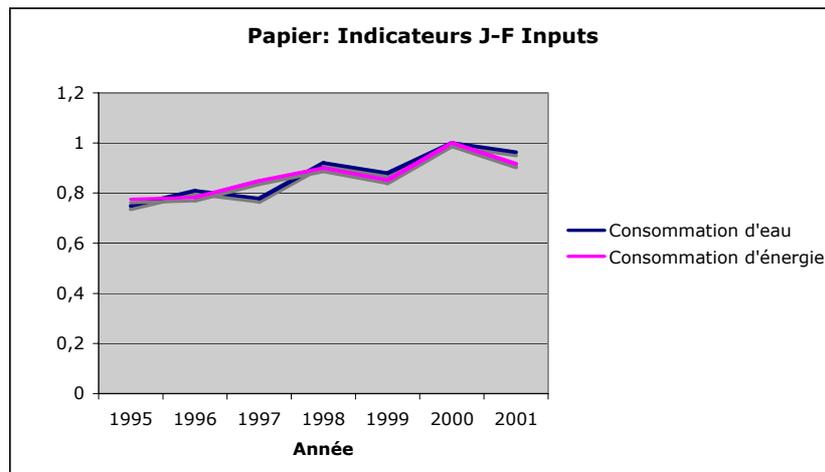
Fig. 88. – Evolution de l'indicateur Jaggi-Freedman agrégé (sans le ratio énergie / production de pâte à papier) sur la période 1990 – 2001.

#### *Tendances détaillées pour la période 1995 – 2000*

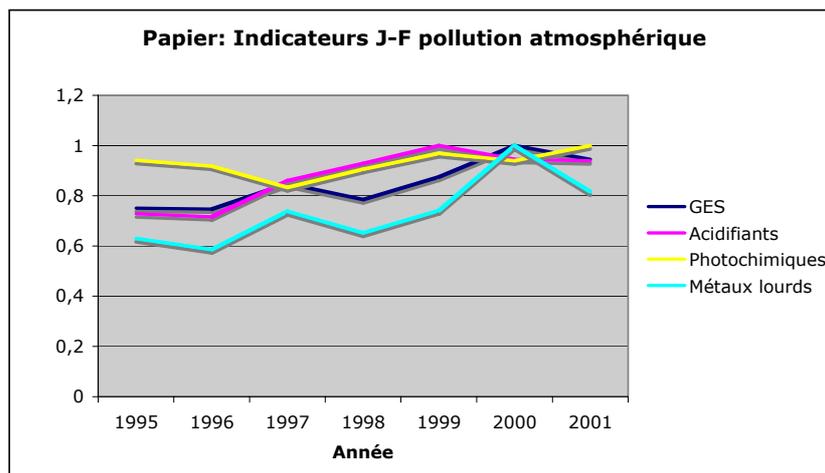
Les Figs. 89 à 94 montrent l'évolution de divers indicateurs (de type Jaggi-Freedman) sur la période 1995 – 2001, pour un ensemble d'impacts plus vaste qu'au point précédent, permettant une analyse plus fine mais restreinte à la période considérée. Les indicateurs individuels ont été calculés par l'intermédiaire d'une normalisation par rapport au chiffre d'affaires, à l'exception du pourcentage de déchets valorisés. Nous avons aussi distingué des indicateurs « domaines », obtenus par agrégation partielle des impacts relatifs à quatre grandes catégories d'impacts : consommation d'intrants, pollution atmosphérique, pollution de l'eau et déchets.

On peut constater une évolution assez régulière de l'utilisation des intrants (Fig. 89), reflétant une utilisation plus rationnelle de ressources représentant un certain coût pour les entreprises. L'évolution est plus irrégulière pour les autres domaines (Figs. 90 – 92), particulièrement en ce qui concerne la pollution de l'eau (Fig. 91). Bien que la tendance générale soit à l'amélioration des performances environnementales, certains paramètres

relatifs à la pollution de l'eau partent de fort bas (phosphore, métaux lourds, matières en suspension ; dans une moindre mesure l'azote) pour terminer par une nette amélioration en fin de période. Ceci traduit vraisemblablement des efforts très significatifs des entreprises du secteur (toutes activités confondues) pour réduire leur charge polluante dans le milieu aquatique. En début de période, une amélioration temporaire apparaît en 1996 (pour le phosphore et l'azote), qui se traduit d'ailleurs dans les indicateurs plus globaux (Figs. 93 – 94), allant de pair avec le léger creux dans le chiffre d'affaires relevé plus haut pour cette même année 1996. L'évolution du volume d'eaux usées déversées (parallèle à l'utilisation de l'eau comme input), ainsi que celle de la DCO, sont quant à elles plus régulières (Fig. 91), traduisant sans doute une influence établie de plus longue date de la réglementation relative à ces paramètres.

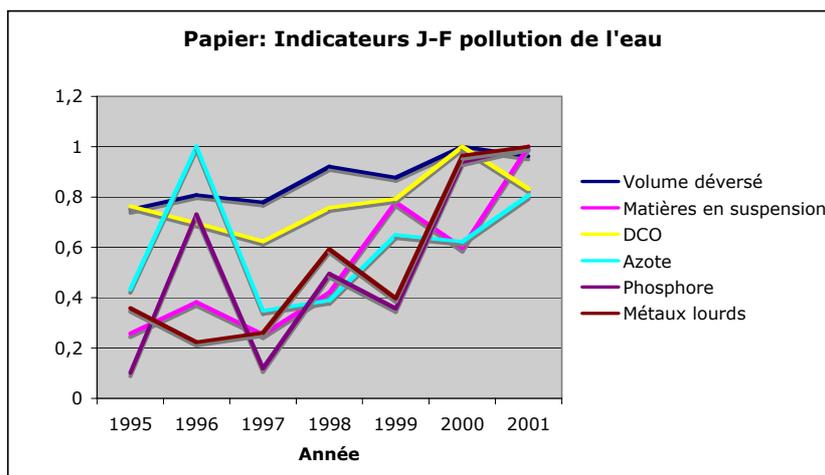


**Fig. 89.** – Evolution des indicateurs individuels de consommation d'inputs, sur la période 1995 – 2001.

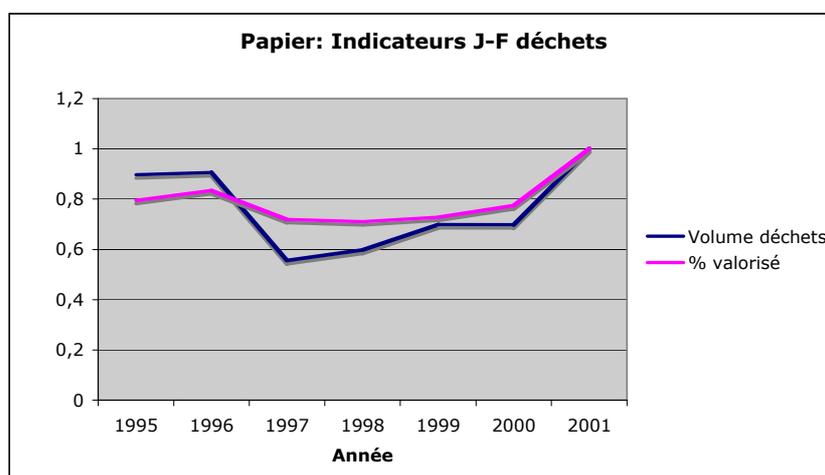


**Fig. 90.** – Evolution des indicateurs individuels de pollution atmosphérique, sur la période 1995 – 2001.

L'évolution des paramètres de pollution de l'air (Fig. 90) traduit globalement une amélioration que l'on retrouve au niveau de l'indicateur « domaine » correspondant (Fig. 93). On note juste une performance moins bonne, et chutant à nouveau en 2001, dans le cas des métaux lourds. Cette tendance rejoint celle observée lors de l'examen des tendances générales de la période 1990 – 2001. Enfin, en ce qui concerne les déchets (Figs. 92 et 93), après une performance plutôt bonne en début de période, on observe un creux significatif entre les années 1997 et 1999, les performances se relevant à nouveau en fin de période. Cette évolution semble difficile à expliquer en fonction des informations disponibles sur l'évolution du secteur.



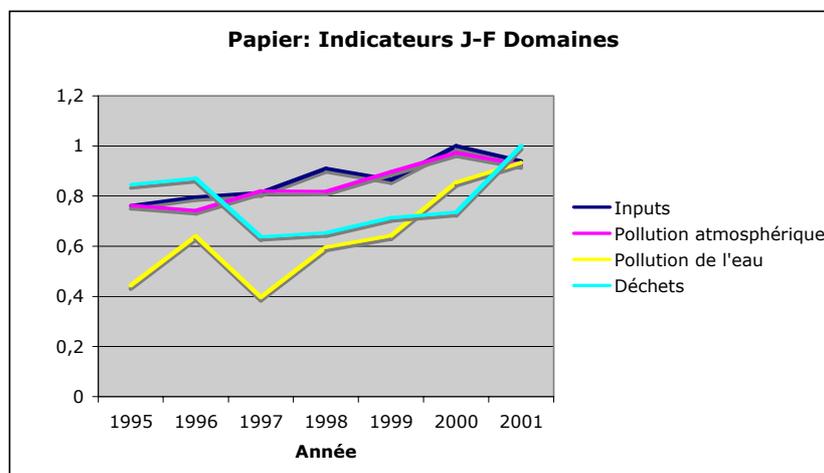
**Fig. 91.** – Evolution des indicateurs individuels de pollution de l'eau, sur la période 1995 – 2001.



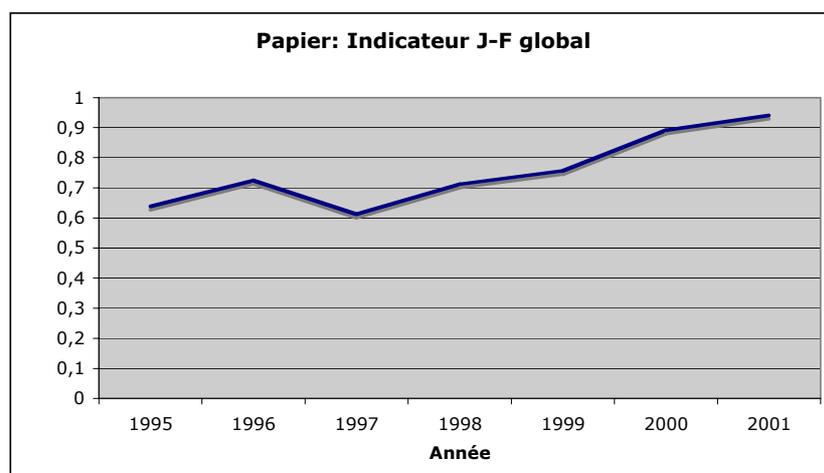
**Fig. 92.** – Evolution des indicateurs individuels relatifs aux déchets, sur la période 1995 – 2001.

Globalement parlant (Figs. 93 – 94), les indicateurs « inputs » et « pollution atmosphérique » traduisent une évolution douce (dans le sens de l'amélioration), alors que les irrégularités signalées plus haut se reflètent dans les indicateurs « pollution de l'eau » et « déchets ». Au total (Fig. 94), ces interactions sont lissées et on observe une tendance

continue à l'amélioration des performances, mis à part le creux de l'année 1997 lié à l'effondrement des performances en matière de pollution de l'eau et de déchets. Sur l'ensemble de la période l'indicateur global passe de 63,8 % à 94,1 %, donc une amélioration appréciable de 30,3 % des performances environnementales.



**Fig. 93.** – Evolution des indicateurs agrégés relatifs aux quatre grandes catégories d'impacts, sur la période 1995 – 2001.



**Fig. 94.** – Evolution de l'indicateur Jaggi-Freedman global, sur la période 1995 – 2001.

## Conclusions

### A propos des indicateurs : choix méthodologiques, pragmatisme et objectivité

Les indicateurs adoptés dans nos analyses avaient pour objet de refléter l'évolution des performances environnementales des secteurs industriels wallons. Pour ce faire, nous avons opté pour des indicateurs *agrégés*, de façon à pouvoir incorporer les influences des diverses composantes des impacts environnementaux et de l'utilisation de ressources ; pour la plupart de ces composantes, dans un but de standardisation et de comparaison, nous avons aussi procédé à une *pondération*, le plus souvent par le *chiffre d'affaires*. Les raisons de ce choix (chiffre d'affaires) sont essentiellement pragmatiques : il s'agissait simplement de tirer parti au mieux des données disponibles. Il ne fait aucun doute qu'il eût été préférable de normaliser par une quantité non influencée par l'évolution de paramètres comme l'inflation, les cours des matières, ou les prix de matériaux ou de produits : une telle quantité aurait pu être la *production*.

Cependant, si la production (en termes physiques) était effectivement pertinente dans les secteurs produisant un bien unique (par exemple la production d'électricité), ce n'était pas le cas dans la majorité des secteurs ; il aurait alors été naturel de se tourner vers des indices de production désaisonnalisés (de façon à neutraliser l'influence de facteurs tels que l'inflation). Malheureusement, ceux-ci pouvaient être disponibles au niveau de sous-secteurs plus ou moins homogènes (par exemple : le papier et le carton d'une part – NACE 21 –, l'édition et l'imprimerie d'autre part – NACE 22), ou au contraire au niveau de secteurs dont nous n'avons analysé que des sous-secteurs (cas des minéraux non métalliques – NACE 26 – avec les sous-secteurs du verre et du ciment). C'est pour cette raison que nous nous sommes tournés vers une quantité qui pouvait refléter le niveau d'activité d'un (sous-) secteur, et pour laquelle les données pertinentes étaient accessibles pour des périodes suffisamment représentatives : le chiffre d'affaires était pratiquement la seule quantité dans ce cas. Un avantage supplémentaire de normaliser par le chiffre d'affaires était de permettre une comparaison qui soit homogène à travers l'ensemble des secteurs. Même ainsi, les données de chiffres d'affaires faisaient défaut pour un des sous-secteurs analysés – le verre – et c'est pour cette raison qu'il a été analysé par le biais du volume global de production.

Ces précautions étant prises, nous espérons avoir apporté un maximum d'objectivité dans l'analyse des performances environnementales des secteurs industriels wallons, dans la mesure où, dans les études de tendances au cours d'une période donnée, nous avons gardé une fois pour toutes la même définition et la même structure pour les indicateurs. Ceux-ci avaient pour ambition de montrer et quantifier l'effet global de découplage entre la croissance des activités économiques et l'impact des retombées environnementales qui en résultaient, et nous pensons que cet objectif a été atteint.

### Les performances environnementales se sont-elles améliorées ?

Ceci étant dit, quelle est l'ampleur de ce découplage ? Autrement dit, assiste-t-on à une réelle évolution du rapport entre activité productrice (qu'elle soit reflétée par le chiffre d'affaires ou par le volume de production) et impacts environnementaux, et si oui, cette évolution va-t-elle bien dans le sens d'une amélioration ?

La réponse globale à cette question semble bien être positive. Pour le montrer, nous avons repris au Tableau 8 l'ensemble des résultats globaux enregistrés dans les chapitres qui précèdent. Pour cinq des secteurs, la normalisation a été effectuée par le chiffre d'affaires ; pour le dernier (verre), on n'a pu normaliser que par le volume de production. Rappelons que nous avons considéré deux types de périodes d'analyse, l'une (« période 1 ») au cours de laquelle les grandes tendances ont été analysées sur un ensemble de onze à douze années, les données disponibles étant en général limitées à la consommation d'énergie et à la pollution atmosphérique. L'autre période (« période 2 ») est plus courte, mais permettait d'incorporer, notamment, les données sur la consommation d'eau, la pollution de l'eau ainsi que les déchets. Il est donc essentiel de rappeler que les deux types d'indicateurs n'ont pas la même signification ni la même portée, et que les performances analysées au cours de la « période 2 » ne sont pas simplement un sous-ensemble des performances examinées pour la « période 1 ».

**Tableau 8.** – Evolution des performances environnementales dans les différents (sous-) secteurs analysés, quantifiées par l'indicateur global de Jaggi-Freedman (en %), pour les deux périodes considérées. La colonne «  $\Delta$  » indique le différentiel de performance et la colonne «  $\nearrow$  » montre le différentiel annuel, compte tenu du nombre d'années de chaque période.

Secteur	Période 1	Evolution	$\Delta$	$\nearrow$	Période 2	Evolution	$\Delta$	$\nearrow$
Chimie	1990-2002	34,3 → 90,1	55,8	4,65	1995-2001	58,2 → 96,9	38,7	6,45
Ciment	1990-2001	75,0 → 95,1	20,1	1,83	1995-2000	81,0 → 96,9	15,9	3,18
Electricité	1990-2001	25,7 → 98,7	73,0	6,64	1995-2001	47,1 → 93,6	46,5	7,75
Papier	1990-2001	76,2 → 85,0	8,8	0,80	1995-2001	63,8 → 94,1	30,3	5,05
Métallurgie	1990-2001	73,1 → 89,0	15,9	1,45	1995-2001	60,9 → 92,9	32,0	5,33
Verre*	1990-2002	79,9 → 93,9	14,0	1,17	1995-2001	75,5 → 80,5	5,0	0,83

\* Indicateur normalisé par la production.

Le Tableau 8 montre que toutes les quantités relevées, et donc les tendances, sont positives, traduisant donc une amélioration systématique des performances environnementales au cours des périodes considérées. Ceci traduit globalement les efforts réalisés au sein des différents (sous-) secteurs pour améliorer leur impact environnemental, tout en maintenant ou accroissant leur niveau d'activités. Les tendances sont toutefois différentes parmi les entités considérées, et c'est ainsi que

- Deux secteurs montrent une amélioration considérable des performances environnementales : la chimie et la production d'électricité. Ceci pourrait indiquer qu'il existait au sein de ces secteurs de larges réserves de productivité en termes de performances environnementales, et que les options prises, tant au niveau législatif qu'au niveau industriel, ont largement contribué à développer ces réserves.
- Pour trois autres secteurs (ciment, papier, métallurgie), les améliorations, tout en étant significatives, sont un peu plus modestes, mais c'est surtout la différence entre les deux types d'indicateurs (basés, rappelons-le, sur les deux « périodes » et sur des domaines environnementaux différents) qui est frappante.
- Pour ces trois secteurs, la « période 2 », avec prise en compte de l'ensemble des impacts environnementaux, a été propice à un accroissement des performances du même ordre de grandeur que pour les deux premiers secteurs.

- Par contre, pour ces trois mêmes secteurs, l'évolution au cours de la « période 1 » (avec prise en compte uniquement de la consommation d'énergie et de la pollution atmosphérique) est un peu moins favorable. Si on retourne aux résultats détaillés consignés dans les monographies sectorielles, on peut se rendre compte que, parfois, la raison n'en est pas forcément dans un ralentissement général de la tendance à l'amélioration, mais réside plutôt dans des fluctuations liées à des facteurs divers. Le graphe de la Figure Y6 du secteur du papier en est un exemple flagrant : les fluctuations observées en début de période (donc en dehors de la « période 2 ») étaient dues à des circonstances socio-économiques particulières (faillites d'entreprises importantes).
- Enfin, pour le dernier secteur analysé (le verre), rappelons que les indicateurs n'ont pas exactement la même portée que pour les autres secteurs, en raison d'une normalisation effectuée par rapport à la production plutôt qu'au chiffre d'affaires. Sur la « période 1 », l'amélioration des performances est néanmoins du même ordre de grandeur que pour les secteurs du ciment, du papier et de la métallurgie ; par contre pour la « période 2 », l'amélioration est bien moindre que pour ces trois secteurs. Ceci est dû entre autres au processus de normalisation, mais également à diverses fluctuations qui ont été évoquées lors de l'analyse du secteur.

### **Un mot d'écologie industrielle**

Outre les diverses options adoptées par les entreprises et les secteurs, qui ont été mentionnées dans les sections qui leur étaient consacrées, une dernière solution, plus globale, mérite d'être évoquée. Il s'agit de l'*écologie industrielle*, à laquelle nous avons fait allusion à l'une ou l'autre reprise (voir les sections sur la chimie et le ciment).

L'écologie industrielle peut être définie comme étant une vision du fonctionnement de notre société, dans laquelle les systèmes industriels émulent les écosystèmes naturels et fonctionnent donc de façon analogue à ceux-ci. L'analogie ne s'arrête pas là ; il ne s'agit pas seulement de juxtaposer les deux types de systèmes, mais de les intégrer de façon harmonieuse dans le cadre plus global de notre écosystème planétaire. Ceci implique de mettre en œuvre des solutions par lesquelles, partant de systèmes (les unités de production industrielle) indépendants, déconnectés et ouverts, utilisant des ressources et produisant des biens de consommation mais aussi des déchets, on évolue vers des systèmes interconnectés et fermés, dans lesquels les déchets produits par les uns sont utilisés par les autres au même titre que les inputs de production. Le cas de l'industrie du ciment, capable d'utiliser diverses catégories de déchets comme matériaux aussi bien que combustibles de substitution, est souvent cité comme exemple. Mais des systèmes plus intégrés, faisant intervenir des procédés industriels plus diversifiés, existent aussi ; on peut donner comme exemple la célèbre symbiose industrielle de Kalundborg, au Danemark (voir p. ex. ERKMAN 2004). Il est significatif de constater que cette symbiose n'a pas pour origine des préoccupations écologiques, mais qu'elle s'est mise en place, en premier lieu, pour des raisons économiques, et qu'elle a été possible parce qu'un bon climat de communication et de confiance réciproque régnait sur le zoning industriel en question.

Nous aurions tendance à prôner l'écologie industrielle comme une des voies d'avenir, permettant de faire évoluer nos sociétés dans la perspective du développement durable. De nombreuses références sont disponibles dans ce domaine ; citons celle déjà indiquée d'ERKMAN (2004), présentant le concept de façon très accessible au grand public, ou celle, plus technique, de GRAEDEL & ALLENBY (2003). Il n'est pas inintéressant de signaler ici qu'une des premières approches de l'écologie industrielle, au niveau non pas d'un système industriel mais au niveau d'un état, a été menée par un groupe de chercheurs belges, sur l'« Ecosystème Belgique » (BILLEN et al. 1983).

Dans ce même cadre, il est nécessaire aussi d'insister sur le fait que les diverses analyses sectorielles proposées dans le présent rapport envisagent les secteurs étudiés (du point de vue de leur performance environnementale) comme entités distinctes, et s'arrêtent, en amont et en aval, à l'utilisation des inputs et à la production de biens et de déchets, de même qu'à la création de richesse pour l'économie. Une approche plus intégrée, compatible avec le concept d'écologie industrielle, reprendrait la totalité du cycle de vie des produits, depuis le prélèvement des matières premières jusqu'à la consommation finale des biens produits, en passant par les multiples activités de transport nécessaires pour l'acheminement des inputs et produits. La performance environnementale serait alors envisagée, non pas au niveau d'un secteur industriel ouvert en amont et en aval, mais sous l'angle de la totalité du cycle de vie des produits ; c'est l'objet d'un outil appelé l'analyse du cycle de vie ou écobilan (JOLLIET et al. 2005).

## Références bibliographiques

- BILLEN G., TOUSSAINT F., PEETERS P., SAPIR M., STEENHOUT A. & VANDERBORCHT J.-P., 1983. **L'écosystème Belgique** – Essai d'écologie industrielle. Centre de recherche et d'information socio-politiques – CRISP, Bruxelles.
- CBR, 2006. <http://www.cbr.be/code/home.cfm> consulté en mars 2006.
- DOUTERLOIGNE S., 2000. – La performance environnementale des cimenteries. Mémoire de licence en Sciences de gestion, UCL, Louvain-la-Neuve.
- ERKMAN S., 2004. **Vers une écologie industrielle** – Comment mettre en pratique le développement durable dans une société hyper-industrielle. 2<sup>ème</sup> éd., Editions Charles Léopold Mayer, Paris.
- Febelcem, 2006. - <http://www.febelcem.be/fr/infoeco/pglob.htm> consulté en mars 2006.
- GRAEDEL T.E. & ALLENBY B.R., 2003. **Industrial Ecology**. 2d Ed., Prentice Hall, AT&T & Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey (USA).
- Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable ASBL (ICEDD), 2005. – **L'industrie wallonne – La situation environnementale des industries**. Ministère de la Région Wallonne – Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Namur.
- Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable ASBL (ICEDD), 2005. – **Note méthodologique – La situation environnementale des industries**. Ministère de la Région Wallonne – Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Namur.
- Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable ASBL (ICEDD), 2005. – **Situation environnementale des industries – L'industrie chimique**. Ministère de la Région Wallonne – Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Namur.
- Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable ASBL (ICEDD), 2005. – **Situation environnementale des industries – L'industrie cimentière**. Ministère de la Région Wallonne – Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Namur.
- Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable ASBL (ICEDD), 2005. – **Situation environnementale des industries – L'industrie métallurgique**. Ministère de la Région Wallonne – Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Namur.
- Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable ASBL (ICEDD), 2005. – **Situation environnementale des industries – L'industrie verrière**. Ministère de la Région Wallonne – Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Namur.
- Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable ASBL (ICEDD), 2005. – **La production d'électricité – La situation environnementale des industries**. Ministère de la Région Wallonne – Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Namur.
- Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable ASBL (ICEDD), 2006. – **Les industries papetières et graphiques – Situation environnementale des industries**. Ministère de la Région Wallonne – Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Namur.
- JAGGI B. & FREEDMAN M., 1992. An examination of the impact of pollution performance on economic and market performance: pulp and paper firms. *Journal of Business Finance and Accounting* **19**, 697-713.
- JOLLIET O., SAADE M. & CRETAZ P., 2005. – **Analyse du cycle de vie – Comprendre et réaliser un écobilan**. Collection Gérer l'environnement, n° 23, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.
- Union Wallonne des Entreprises (UWE), 2005. – **Rapport sur la situation économique des entreprises en Wallonie**. Wavre.