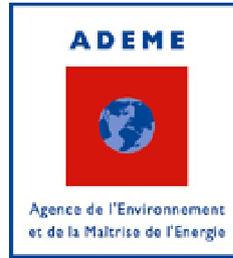




PRÉFET DE LA RÉGION  
NORD - PAS-DE-CALAIS

Direction régionale de l'Environnement,  
de l'Aménagement et du Logement



# Schéma Régional Air Climat Energie

## *Industrie*

# L'industrie en Nord-Pas de Calais

La région Nord-Pas de Calais reste une région très industrialisée. **20 % de l'emploi total y est industriel.**

**Quatrième région industrielle française** après l'Ile-de-France, Rhône-Alpes et les Pays de La Loire, le Nord-Pas de Calais occupe des positions solides dans de nombreux secteurs (1<sup>ère</sup> place pour la sidérurgie, le verre et l'industrie ferroviaire, 2<sup>nde</sup> place pour l'automobile, le papier-carton et le textile). Les filières en émergence sont le secteur des technologies de l'information et de la communication.

## Source utilisée

Les éléments de bilans proviennent de l'observatoire régional de l'énergie et des émissions de GES (NORENER et NORCLIMAT).

L'étude sur les gisements d'économie d'énergie effectuée par E&E consultants est la principale source de données utilisée dans ce document sur l'efficacité énergétique. Cette étude se base pour partie sur l'étude « gisements d'économies d'énergie dans les opérations transverses de l'industrie » (CEREN).

Les données d'émissions de polluants de l'industrie proviennent du PSQA et des données de l'Industrie au Regard de l'Environnement (IRE, DREAL)

## Eléments d'évolution des secteurs industriels

Dans le cadre de l'étude efficacité énergétique en Nord-Pas de Calais, E&E Consultant propose des hypothèses d'évolution de la production des différents secteurs industriels. Ces évolutions sont pour la plupart stables, soit :

- en raison d'éléments permettant de justifier un maintien de la production,
- par manque de visibilité sur les facteurs pouvant influencer sur la production sectorielle.
- Afin de mener un exercice d'évaluation des gisements dans une logique conservatrice

**Ainsi la plupart des secteurs sont considérés comme ayant un volume de production constant à l'avenir.**

Seul 3 secteurs seraient susceptibles de voir leur production baisser :

- les industries agroalimentaires : fermeture éventuelle des sucreries à l'horizon de la réforme de la PAC (2013)
- la métallurgie des non-ferreux : ce secteur est dominé par la production d'aluminium. Cette activité est susceptible de diminuer en raison de l'évolution du marché, mais il est proposé de conserver la production actuelle d'aluminium dans le cadre de ce scénario pour définir des potentiels ne s'appuyant pas uniquement sur des effets de structure.
- ciment chaud, plâtre : une diminution d'un tiers de la production peut être envisagée à partir de 2030, liée à la baisse de la consommation.

## Les consommations d'énergie de l'industrie en Nord-Pas de Calais

### Le premier secteur consommateur d'énergie de la région

En 2008, l'industrie est toujours le premier consommateur d'énergie régional avec 49 % des consommations globales régionales. Cette consommation s'élève à **6 655 ktep (soit environ 78 000 GWh)**.

Comparée au territoire national, où l'industrie représente seulement 23% de la consommation totale, la région Nord-Pas de Calais se démarque par ce profil atypique de consommation d'énergie.

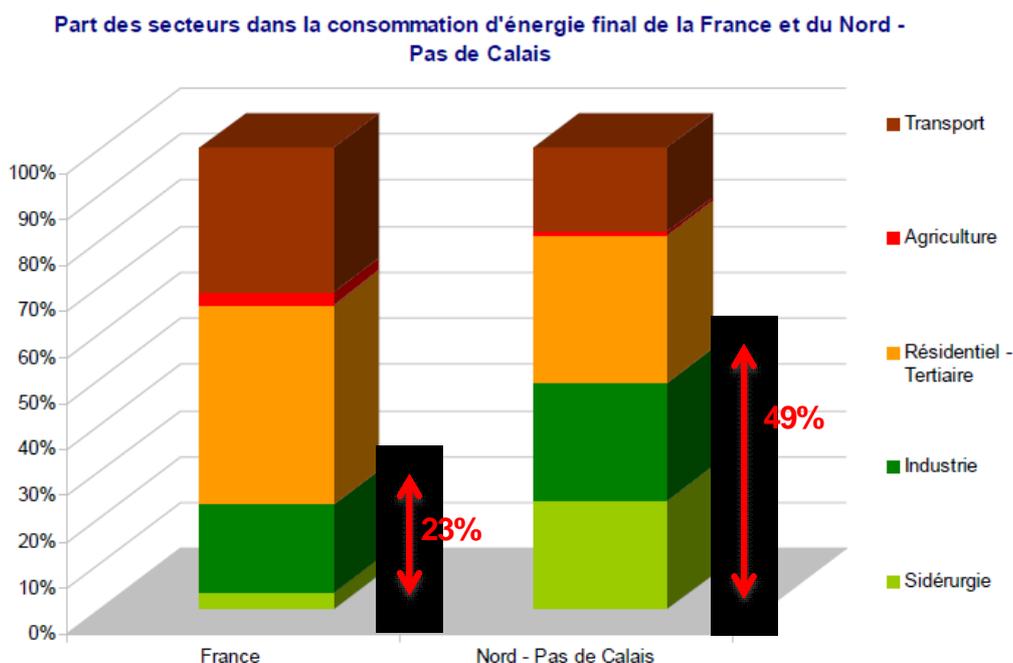


Figure 1 : répartition des consommations énergétiques par secteurs (NORENER)

De plus, la consommation d'énergie du secteur industriel a augmentée de 1,9% depuis 1990, tandis qu'au niveau national on observe sur la même période une baisse de 3,27%. Ceci est due à un maintien plus important de ce secteur dans la région mais aussi, et ceci est une conclusion assez surprenante de l'analyse effectuée par l'Observatoire Régional de l'énergie (NORENER), à une baisse de l'efficacité énergétique en industrie.

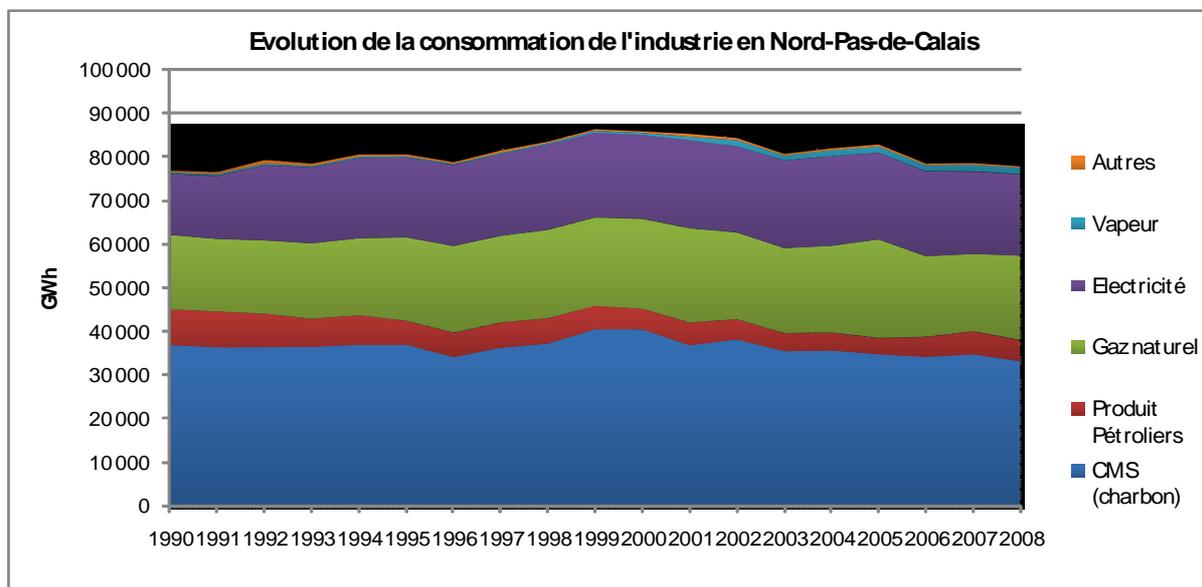


Figure 2 : Evolution de la consommation de l'industrie en GWh (Source : NORENER)

## Le poids très élevé de la sidérurgie dans le bilan énergétique

La sidérurgie (pour 75% la production d'acier primaire) pèse pour près de la moitié de la consommation régionale industrielle. Ensuite on retrouve l'agroalimentaire et les industries lourdes (Chimie, Métaux, Papier, Verre, Ciment...). On note également une part importante d'industrie en mécanique et électricité.

La Figure 3 montre la répartition des consommations d'énergie par grand secteur :

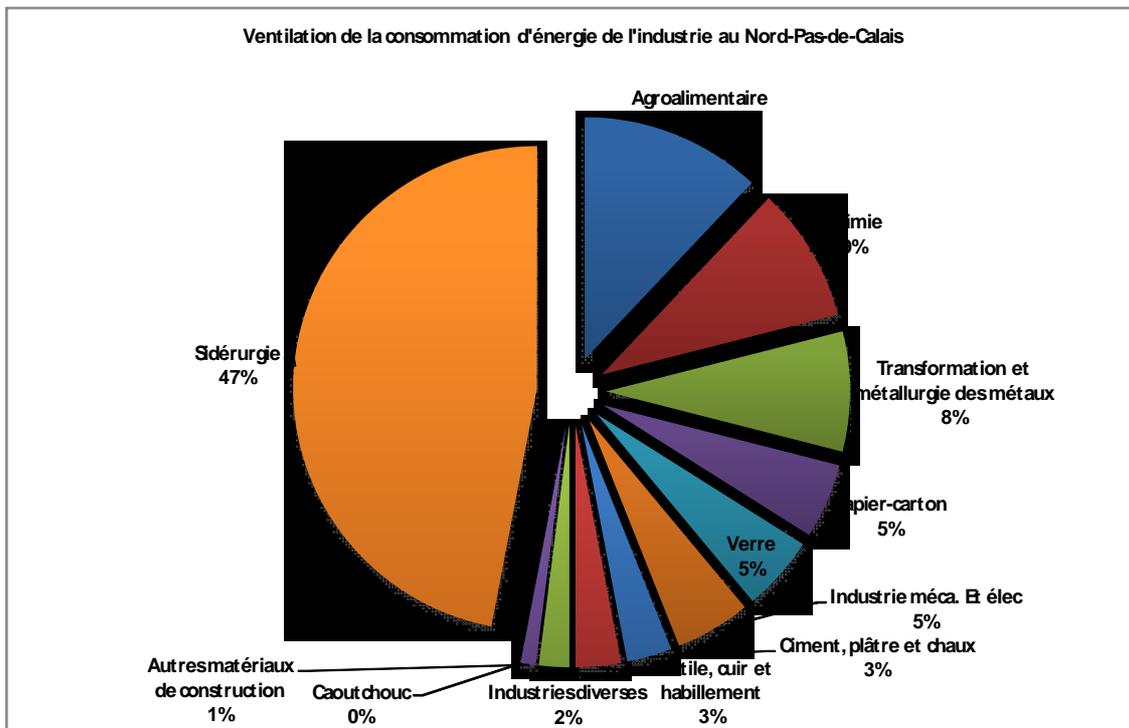


Figure 3 – Répartition sectorielle des consommations d'énergie dans la région Nord-Pas de Calais – 2005 (Source : SESSI)

## Energies : le charbon encore très utilisé

La Figure 4 permet d'identifier que les énergies principalement utilisées sont (par ordre décroissant) :

- **le charbon**, qui représente toujours la plus grande consommation avec une part de 30%. Il est principalement utilisé pour la production d'acier primaire (haut-fourneaux de Dunkerque).
- **le gaz naturel** avec plus de 20% des consommations. Le gaz naturel continue à se développer en raison de son coût plus faible que le fioul et de ses faibles émissions de GES.
- **L'électricité** ne représente que 20% en énergie finale des consommations.
- **La part vapeur** correspond en général à l'externalisation de la production de vapeur pour des procédés spécifiques (papèterie, chimie, caoutchouc). Cette part pourrait augmenter si l'on augmente la récupération de chaleur inter-industrie.

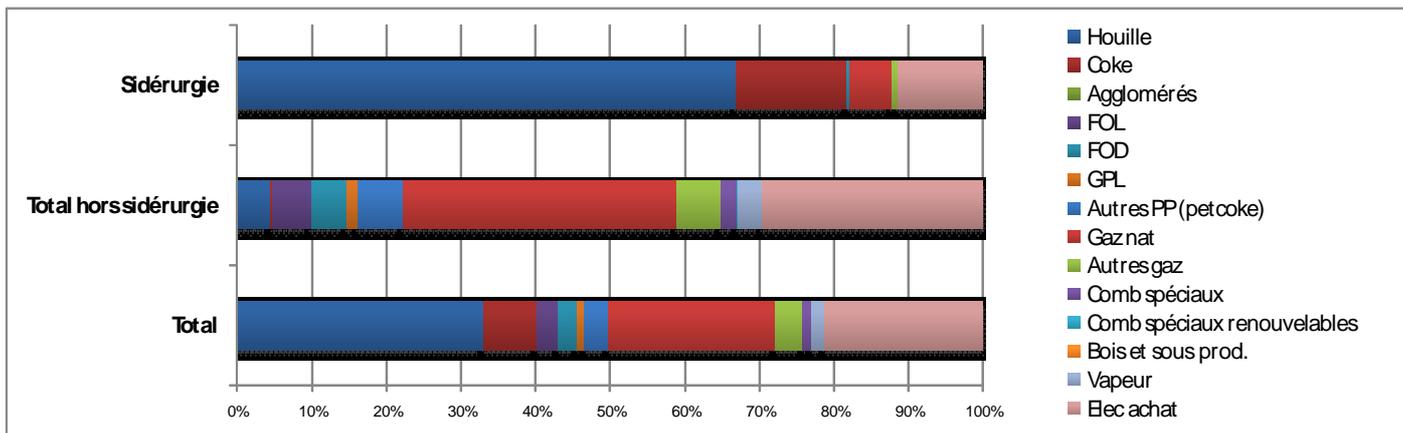


Figure 4 – Répartition des consommations d'énergie, par type d'énergie et par secteur industriel – Nord-Pas de Calais (Source : E&E, SESSI)

L'usage principal de l'énergie se fait **sous forme de matière première**. Cette forte proportion provient de la prédominance de la consommation énergétique des haut-fourneaux.

La répartition des consommations d'énergie par usage est résumée dans le graphique ci-dessous :

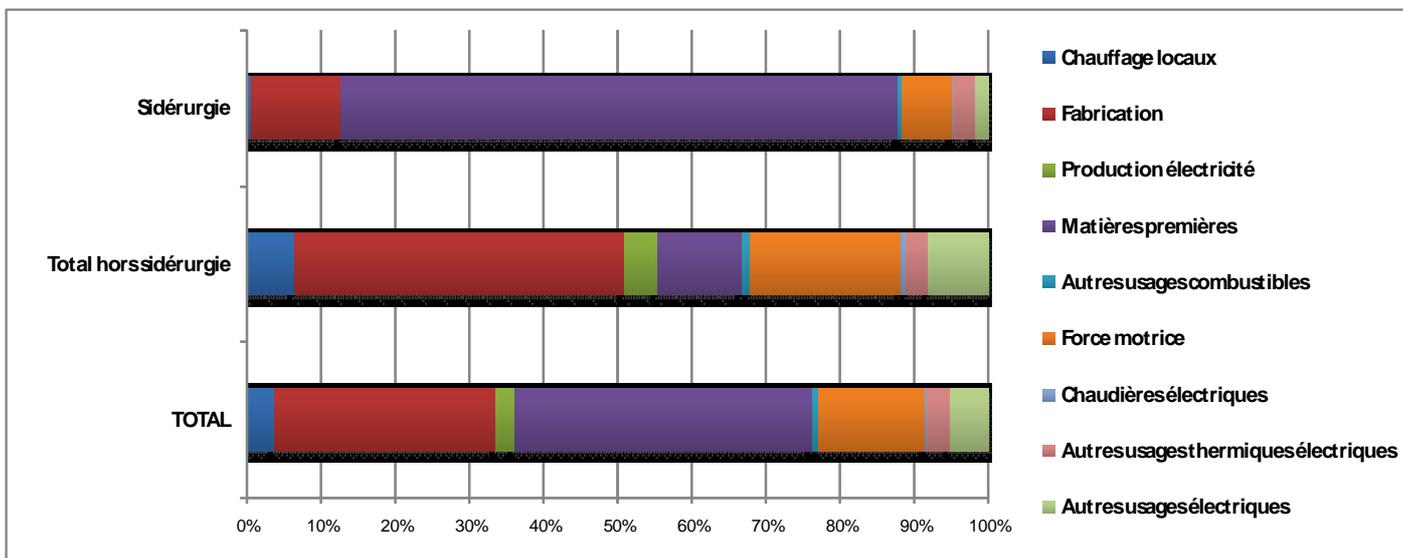
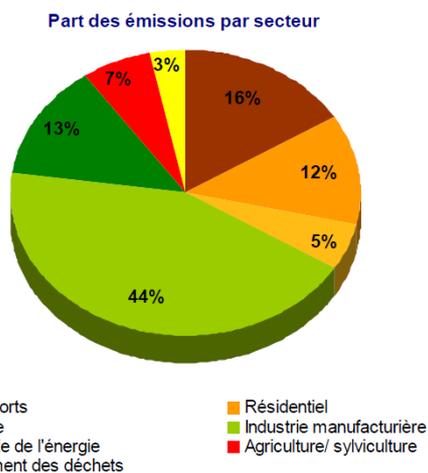


Figure 5 – Répartition par usage – par industrie – Nord-Pas de Calais – 2005 (Source : E&E, SESSI)

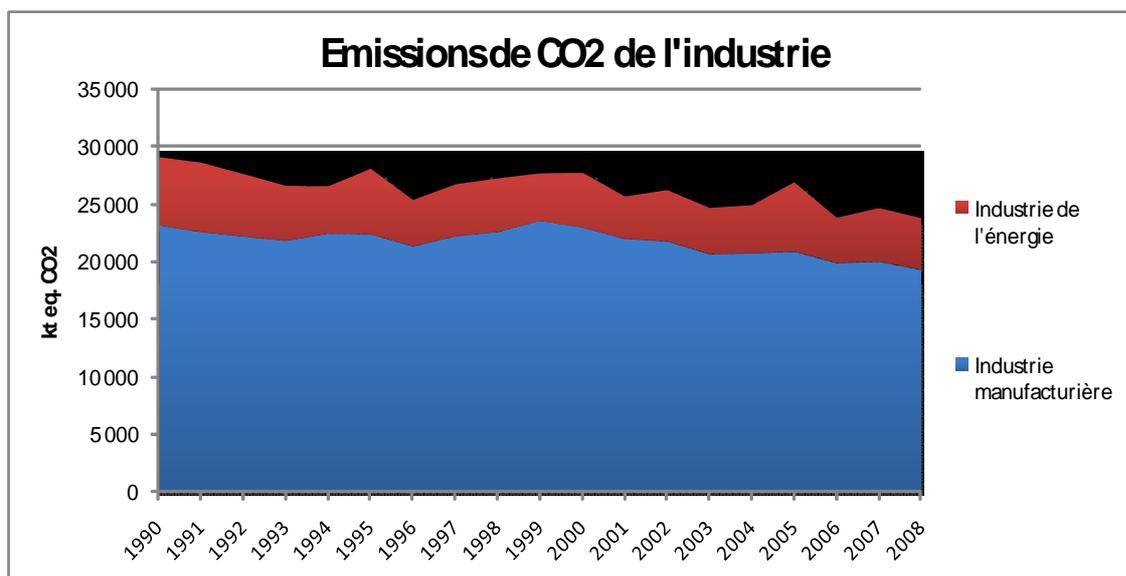
## Les émissions de GES de l'industrie

### Le secteur le plus émetteur du Nord-Pas de Calais

L'industrie manufacturière est le premier secteur émissif avec **19 290 kT éq.CO<sub>2</sub>**. Ses émissions sont néanmoins en **diminution de 16,77 %** depuis 1990.



**Figure 6 : Répartition des émissions de CO<sub>2</sub> par secteurs (Source : NORCLIMAT)**



**Figure 7 : Evolution des émissions de CO<sub>2</sub> de l'industrie depuis 1990 (NORCLIMAT)**

La part des émissions liées à l'utilisation d'énergie est majoritaire (87 %) soit 16 843 kt éq. CO<sub>2</sub> et a diminué de 9,5 % en 18 ans.

La part des émissions liées à l'emploi de procédés émissifs est de 13 % en 2008 contre 19,7 % en 1990. Ces émissions ont donc diminué de 50 %, principalement en raison de la disparition de l'industrie chimique dans la région (91,1 % de GES en moins depuis 1990 sur cette branche) :

### Part des types d'émissions dans l'industrie manufacturière

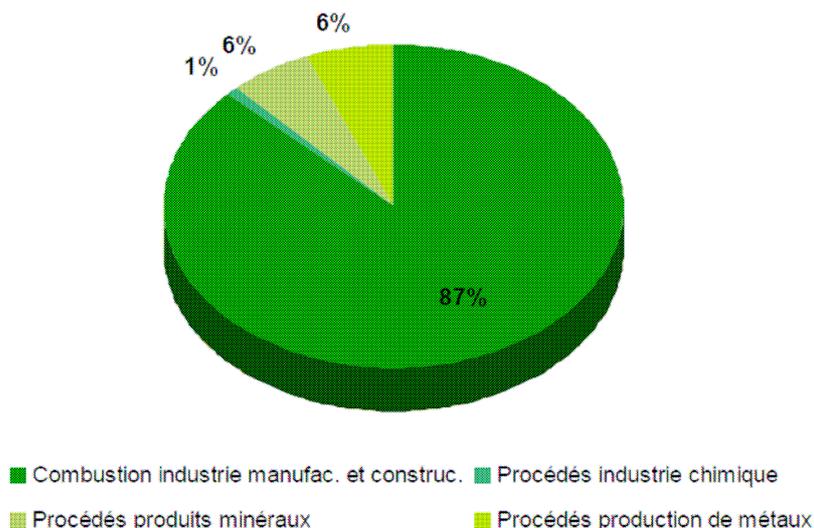


Figure 8 : Répartition des émissions de GES par origine (Source : NORCLIMAT)

La diminution des émissions entre 1990 et 2008 est liée à deux effets :

- Un effet de substitution énergétique (diminution du charbon et des produits pétroliers au profit du gaz naturel et de l'électricité)
- Un effet structure lié aux délocalisations

### Evolution des consommations d'énergies par rapport à 1990

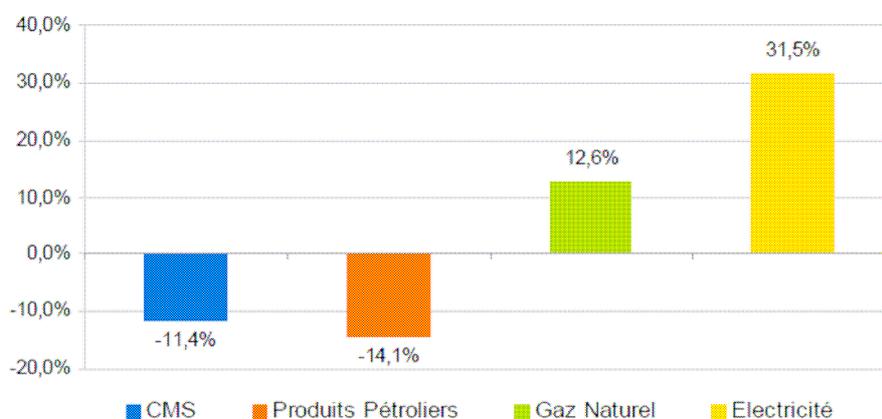


Figure 9 : Substitution d'énergie dans l'industrie (Source : NORENER)

## Les entreprises soumises à quotas

Le système communautaire d'échange des quotas d'émissions (SCEQE) est un mécanisme mis en place par l'Union Européenne visant à réduire les émissions des secteurs industriel et énergétique. Chaque entreprise concernée par le SCEQE possède un quota d'émissions de GES à respecter.

Si ses émissions réelles dépassent le quota alloué, l'entreprise doit acheter des « droits à polluer », c'est-à-dire un dépassement de quota, à d'autres entreprises ayant réussi à rester en dessous de leur quota d'émission.

- 105 entreprises industrielles et énergétiques sont soumises aux quotas d'émissions en Nord-Pas de Calais.
- En 2009 : les quotas d'émissions alloués aux entreprises du Nord-Pas de Calais s'élève à **23 463 kt. eq. CO<sub>2</sub> (dont 52% pour la Sidérurgie)**
- En 2009, les déclarations de rejets (GEREP) de GES des entreprises soumises au SCEQE s'élèvent à **23 484 kt. eq. CO<sub>2</sub>** (soit entre 30% et 35% des émissions de l'industrie manufacturière et énergétiques).

Ainsi, les quotas d'émissions ont été plus ou moins respectés en 2009, tandis qu'en 2008, les industries avaient émis 2,3% de GES en plus que les quotas.

## L'industrie et la qualité de l'air

### Enjeux

L'industrie : l'industrie est à l'origine d'une émission de polluants en raison de ses besoins propres en énergie thermique et des émissions spécifiques dues aux processus de traitement ou de fabrication employés. En quantités variables, selon les secteurs industriels, elle est émettrice de **monoxyde et de dioxyde de carbone, de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azote, de poussières, de composés organiques volatils (COV), etc.**

En Nord-Pas-de-Calais, 355 établissements industriels sont des sources ponctuelles importantes de polluants (sur un total d'environ 6300 établissements).

Ce secteur est le principal émetteur en région de métaux (Pb, Zn, Cd, As, Hg), de dioxines et de dioxyde de soufre. Il contribue avec le transport routier à la majorité des émissions d'hydrocarbures aromatiques polycycliques et de dioxyde d'azote (source : Inventaire des émissions, CITEPA). De plus, certaines activités peuvent être potentiellement source de radioactivité (centrale nucléaire, atelier de traitement de matériel nucléaire).

Le PSQA (Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air) a identifié plusieurs enjeux importants concernant l'industrie et la qualité de l'air en Nord-Pas-de-Calais.

Des enjeux globaux industrie/polluants avec l'identification d'émissions ayant un impact sur l'environnement :

- Les industries sont de grands émetteurs de métaux, d'oxydes de soufre SOx (notamment le SO<sub>2</sub>), HAP, poussières, éléments radioactifs.
- Participent à la pollution photochimique provoquée par les émissions d'oxydes d'azote (NOx) et de composés organiques volatils (COV), précurseurs d'ozone.

Des zones sensibles ont été identifiées telle que :

- Une sensibilité de la population liée aux concentrations d'installations industrielles en proximité et en milieux urbains sur **Dunkerque** et **Calais**,
- des pollutions industrielles conséquentes sur **l'ouest-Valenciennois**.
- Des études ont montré des valeurs relativement importantes d'arsenic en proximité d'**Arques** et en métaux sur **Wingles**.

### Des mesures réglementaires existantes ou à venir

Des aides soutiennent la mise en place de systèmes de dépollution les plus performants possibles (par exemple des aides techniques et financières de l'ADEME).

Depuis 1996, la directive IPPC vise à minimiser la pollution émanant de différentes sources industrielles dans toute l'Union européenne. Les exploitants des installations industrielles doivent obtenir une autorisation (autorisation environnementale) des autorités dans les pays de l'UE. Environ 52 000 installations sont concernées par la directive IPPC dans l'UE.

La réglementation impose la mise en œuvre systématique de meilleures techniques disponibles pour la dépollution des oxydes d'azote, des particules en suspension et du dioxyde de soufre, y compris dans de petites installations et malgré la plus forte consommation d'énergie de ces dispositifs.

Le Plan Particules de la France introduit de nouvelles mesures :

- Contrôle périodique des chaudières de 400kW à 20 MW tous les 2 ans, par organisme accrédité, avec mesure NOx, et poussières si biomasse (depuis 2 oct 09)
- Durcissement des normes d'émission (VLE) des installations de combustion ICPE, turbines et moteurs :
  - Arrêté nouvelles Grandes Installations de Combustion (GIC) (>20MWth) du 23 juillet 2010
  - Fin 2010: Arrêté Ministériel sur les GIC existantes, turbines et moteurs, installations de combustion soumises à Déclaration (2 à 20 MWth)
- Faire évoluer la composante « air » de la taxe générale sur les activités polluantes (TGAP) pour une prise en compte des émissions de particules et de Nox.

Ainsi durant les dernières années, une baisse des émissions de SO<sub>2</sub> a pu être observée, s'expliquant par le développement de la maîtrise de l'énergie, l'utilisation de combustibles moins soufrés, l'emploi de procédés d'épuration et l'évolution de la production de certains secteurs industriels.

### Illustration des émissions industrielles de quelques polluants

Le poids de l'industrie en Nord-Pas-de-Calais fait que les émissions de polluants sont de manière plus appuyé d'origine industrielle.

Parmi les principaux polluants émis par l'industrie en termes de volumes ont peut identifier :

Part de l'industrie dans les émissions de polluants		
	France	NPdC
SO2	78%	84%
NOx	23%	38%
COV	34%	38%

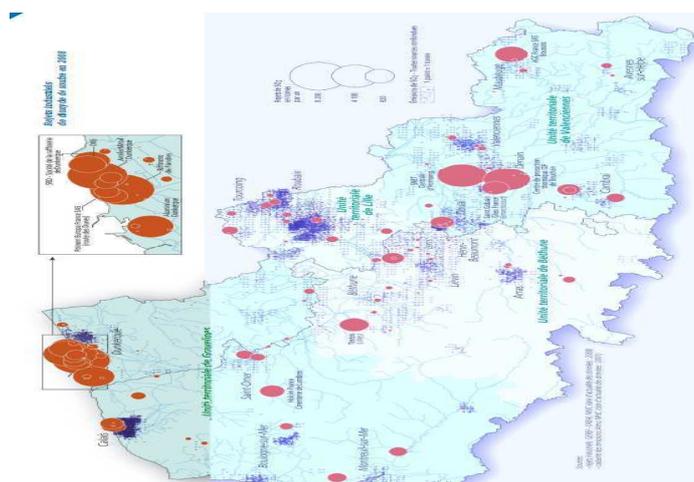
Figure 10 : Part de l'industrie dans l'émission de polluants (DRIRE 2002)

• **Le SO2**

Trois secteurs sont donc largement prédominants : la sidérurgie et la métallurgie, avec la désulfuration du minerai, la chimie et le pétrole (désulfuration du pétrole brut...) et le secteur de l'énergie, avec les centrales au fioul et au charbon. Il est d'ailleurs à noter que bien des industries émettent du SO2 en raison de leur centrale énergétique, et non en raison de ce qui fait la spécificité de leur process industriel.

**Ces émissions ont toutefois fortement diminué, puisqu'elles s'élèveraient à 54 kt en 2002 et qu'elles sont estimées à presque 33 kt en 2008**

Elle s'explique par le développement de la maîtrise de l'énergie, l'utilisation de combustibles moins soufrés, l'emploi de procédés d'épuration, l'évolution de certains secteurs industriels, et la mise en place de taxe sur les émissions depuis 1985.



Cadastre des émissions de soufre, Source ATMO

La table suivante recense les plus grands émetteurs de soufre en région (GEREP) :

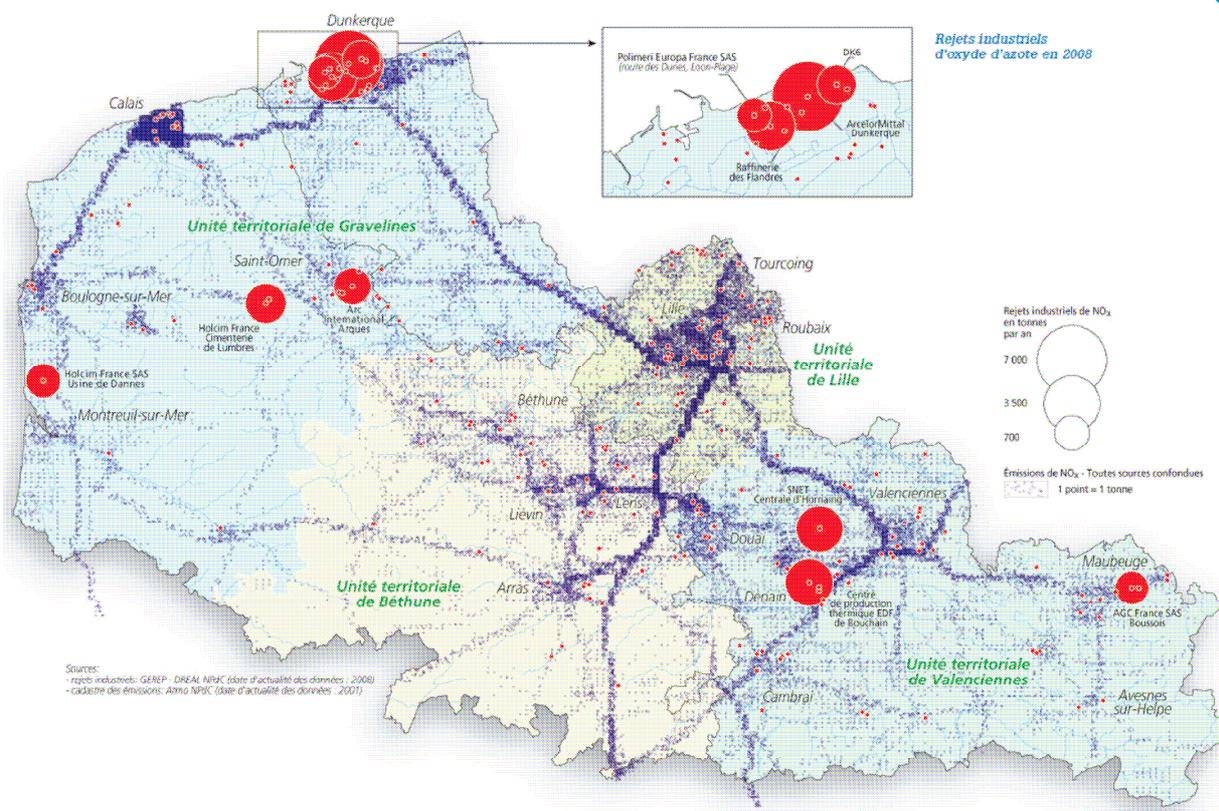
Établissement	Commune	SO2 en tonnes par an				
		2004	2005	2006	2007	2008
Raffinerie des Flandres	Loon Plage	5 672	6 678	7 621	7 851	8 152
ArcelorMittal Atlantique et Lorraine Site de Dunkerque	Dunkerque	6 183	5 979	6 086	5 597	6 348
Endesa France - Centrale d'Hornaing	Hornaing	6 474	7 155	4 631	4 512	* 4 863
EDF centre de production thermique	Bouchain	5 097	4 975	3 494	2 420	4 003
Aluminium Dunkerque SA	Loon Plage	3 702	3 293	3 231	3 028	2 785
DK6	Dunkerque	-	958	1 115	1 255	1 389
Société de la raffinerie de Dunkerque	Dunkerque	2 771	2 841	2 950	2 670	1 368
AGC Bousois Glaverbel	Bousois	1 340	1 502	1 236	1 693	1 298
Tereos	Lillers	1 038	1 008	869	954	893
Saint-Gobain Glass France	Emerchicourt	815	638	840	463	698
Polimeri Europa France SAS Dunes	Loon Plage	525	445	524	551	597
Holcim France SAS	Lumbres	584	491	501	493	520
StoraEnso	Corbehem	1 210	1 054	980	686	0,6
<b>Total</b>		<b>35 411</b>	<b>37 017</b>	<b>34 078</b>	<b>32 173</b>	<b>32 914</b>

• **Les NOx**

La répartition est un peu plus équilibrée que pour le SO<sub>2</sub>. On retrouve toujours des phénomènes de combustion pour expliquer ces rejets, en mettant à part l'atelier de fabrication d'acide nitrique de Grande Paroisse à Mazingarbe.

**Les émissions de NO<sub>x</sub> industrielles ont baissées de manière moins importante que pour le SO<sub>2</sub>, puisqu'elles sont passées de 30 kt en 2002 à 26 kt en 2008.**

Cette légère baisse s'explique plutôt par une baisse des productions.



**Cadastre des émissions de NO<sub>x</sub>, Source ATMO**

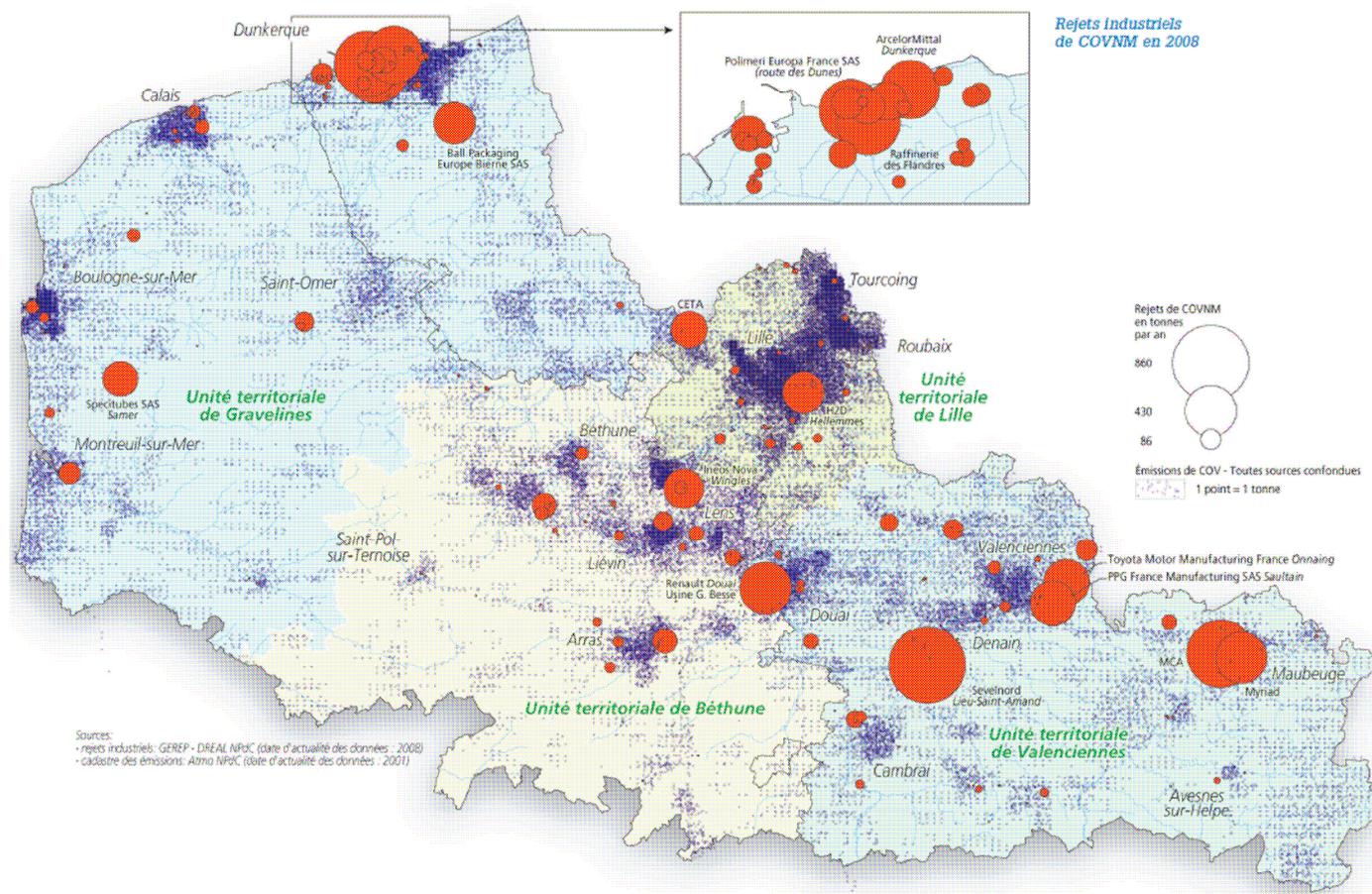
Le tableau suivant recense les principaux émetteurs en NO<sub>x</sub> (GEREP) :

Établissement	Commune	NO <sub>x</sub> en tonnes par an				
		2004	2005	2006	2007	2008
ArcelorMittal Atlantique et Lorraine Site de Dunkerque	Dunkerque	6 764	7 609	6 847	6 612	6 907
Total (raffinerie des Flandres)	Loon Plage	2 166	2 863	2 769	2 818	2 175
EDF Centre de production thermique	Bouchain	2 641	3 663	2 959	1 899	2 074
Endesa France - Centrale d'Hornaing	Hornaing	1 924	2 148	1 533	1 905	* 1 948
Holcim France Sas	Lumbres	1 722	1 576	1 581	1 448	1 209
DK6	Dunkerque	-	844	755	1 131	985
Arc International (Arques)	Arques	1 269	1 152	1 266	1 393	906
Holcim France SAS	Dannes	787	721	650	578	716
Polimeri Europa France SAS Dunes	Loon Plage	668	711	728	738	651
AGC Boussois Glaverbel	Boussois	1 203	1 014	1 272	1 070	621
SRD - Société de la raffinerie de Dunkerque	Dunkerque	423	459	440	391	477
Usine de Douvrin	Billy-Berclau	222	177	287	408	466
Saint-Gobain Glass France	Emerchicourt	451	473	615	379	428
Roquette	Lestrem	914	866	788	843	328
StoraEnso	Corbehem	854	758	572	352	288
<b>Total</b>		<b>22 008</b>	<b>25 034</b>	<b>23 062</b>	<b>21 965</b>	<b>20 179</b>

• **COV**

On constate que la répartition est très différente de celle du SO<sub>2</sub> et des NO<sub>x</sub> : la sidérurgie-métallurgie n'occupe qu'une faible part (4%), alors que d'autres secteurs sont dominants : chimie-pétrole, avec 33 % des émissions et mécanique, avec 27 %. Par ailleurs, l'imprimerie est responsable de 19 % des rejets et l'industrie du plastique de 10 %. La place de l'industrie de transformation s'explique par l'utilisation de solvants, en particulier pour toutes les peintures et les encres : les constructeurs automobiles sont ainsi parmi les premiers émetteurs de la région et expliquent la forte place du secteur mécanique.

**Ces émissions ont aussi diminuées passant de 16 kt en 2002 à 9 kt en 2008.**



### Cadastre des émissions de COV, Source ATMO

Le tableau suivant recense les principaux établissements émetteurs de COV :

Établissement	Commune	COVNM en tonnes par an				
		2004	2005	2006	2007	2008
Sevelnord	Lieu-Saint-Amand	1 085	916	781	915	852
Maubeuge construction automobile	Maubeuge	1 237	1 015	842	713	698
Raffinerie des Flandres	Loon-Plage	825	680	639	655	677
Polimeri Europa France SAS Dunes	Loon-Plage	2 262	1 792	1 124	712	666
ArcelorMittal Atlantique et Lorraine	Dunkerque	867	891	461	850	524
Renault Douai SNC	Douai	1 367	1 288	965	891	444
Myriad	Maubeuge	2	6	7	10	428
Toyota MMF	Onnaing	338	243	253	369	346
PPG Industries France Saultain	Saultain	494	511	545	368	328
H2D (Heliogravure Didier Quebecor )	Lille	1 038	441	472	217	295
Ball Packaging Europe Bierne SAS	Bierne	375	400	427	409	293
Ineos Nova Wingles SAS	Wingles	384	311	329	347	269
CETA	Armentières	0	0	0	40	229
Spexitubes SAS	Samer	234	205	220	220	222
<b>Total</b>		<b>10 508</b>	<b>8 699</b>	<b>7 065</b>	<b>6 716</b>	<b>6 271</b>

### • Poussières

Les rejets de poussières, des établissements industriels recensés par la DREAL, sont évalués à 6 247 tonnes en 2008. Ils ont augmenté de 1,2% par rapport à 2007 . Mais sont en diminution globale depuis 2000 (environ 50%).

La sidérurgie est le principal émetteur de poussières, ArcelorMittal à Dunkerque représente à lui seul près de 47% des rejets régionaux. Au final ce sont neuf établissements qui représentent près de 88% des émissions régionales.

Établissement	Commune	Poussières en tonnes par an				
		2004	2005	2006	2007	2008
ArcelorMittal Atlantique et Lorraine	Dunkerque	3 169	3 033	3 021	2 698	2 740
Endesa France - Centrale d'Hornaing	Hornaing	896	1 344	429	406	523
Roquette	Lestrem	-	* 400	* 400	* 400	388
EDF centre de production thermique	Bouchain	711	692	430	253	373
RDME Rio Doce Manganese Europe	Grande-Synthe	** 343	** 300	** 319	320	261
Société de la raffinerie de Dunkerque	Dunkerque	234	267	245	219	256
Aluminium Dunkerque SA	Loon Plage	243	232	231	262	232
Raffinerie des Flandres	Loon Plage	167	190	174	206	203
Cargill SAS	Haubourdin	-	-	-	-	169
<b>Total</b>		<b>5 420</b>	<b>5 758</b>	<b>4 530</b>	<b>4 764</b>	<b>5 145</b>

#### Ce qu'il faut retenir :

- **L'industrie : premier secteur consommateur d'énergie avec près de 50% de la consommation d'énergie du Nord-Pas de Calais.**
- **Un secteur industriel qui se démarque par le poids de sa sidérurgie.**
- **L'énergie la plus utilisée est le charbon, principalement en tant que matière première pour la sidérurgie.**
- **L'industrie est le premier émetteur de GES de la région (57% des émissions, ou 44% hors production d'énergie), principalement par ses consommations d'énergies.**
- **Les industries sont émettrices de polluants (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COV, métaux etc..) :**
  - **Sur certains secteurs géographiques industriels sensibles (Dunkerque, Calais ...)**
  - **Des mesures réglementaires ont déjà permis et vont permettre de réduire les émissions de polluants (Directive IPPC. Plan Particule de la France)**

# Synthèse sur les gisements d'économie d'énergie dans l'industrie

Dans cette première approche, nous ne présentons ici que les gisements d'économie d'énergie identifiés aux horizons 2020 et 2050 par l'étude d'E&E consultants dans le cadre d'un scénario « gisement » envisagé pour le développement des différentes filières industrielles.

Bien sur l'efficacité énergétique dans l'industrie permet de réduire les émissions de GES et de l'ensemble des autres polluants atmosphérique, mais chaque gisement identifié ici doit être mis en regard d'autres moyens d'actions plus spécifiques telle que :

- Les substitutions énergétiques (vers des énergies moins polluantes)
- Les systèmes de dépollutions spécifiques (permettant de limiter les rejets de polluants atmosphériques)

L'enrichissement du diagnostic devrait permettre d'identifier les leviers d'actions spécifiques à ces deux points.

## Synthèse des gisements d'efficacité énergétique

Un potentiel 2020 est identifié en prenant en compte des contraintes de rentabilité et de temps de déploiement des technologies. Le potentiel 2050 reflète le potentiel technique maximum, en prenant en compte des technologies qui ne sont pas forcément matures aujourd'hui. Ces potentiels de réduction sont comparés à un scénario « au fil de l'eau » ou les industriels ne font pas d'efforts particuliers pour réduire leurs consommations énergétiques.

Les gisements totaux d'efficacité énergétique identifiés dans l'industrie s'élèveraient à :

- 968 ktep en 2020
- 2338 ktep en 2050

La Figure 11 présente les consommations de l'industrie envisagées dans ce scénario. Les résultats montrent que le potentiel d'économie d'énergie est d'environ 32% sur le long terme, et environ 13% d'ici 2020, à production industrielle constante.

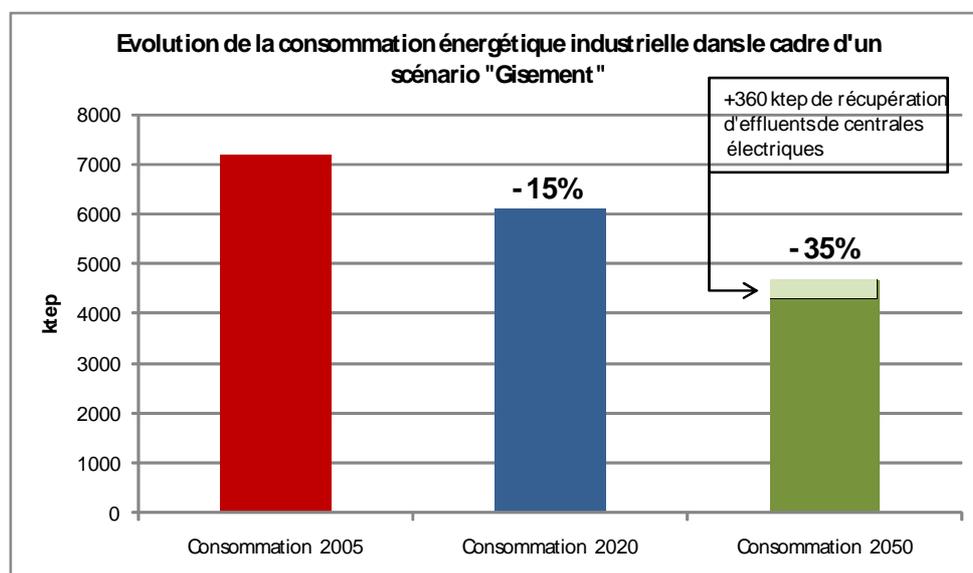
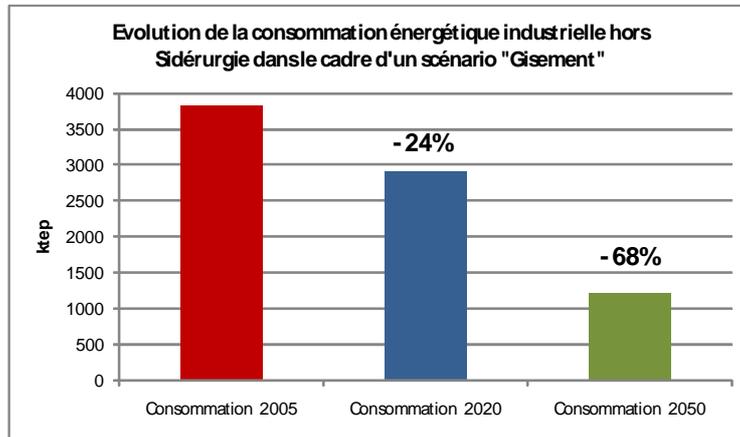


Figure 11 : Evolution des consommations industrielles dans le cadre d'un scénario gisement d'efficacité énergétique

Source : E&E consultants

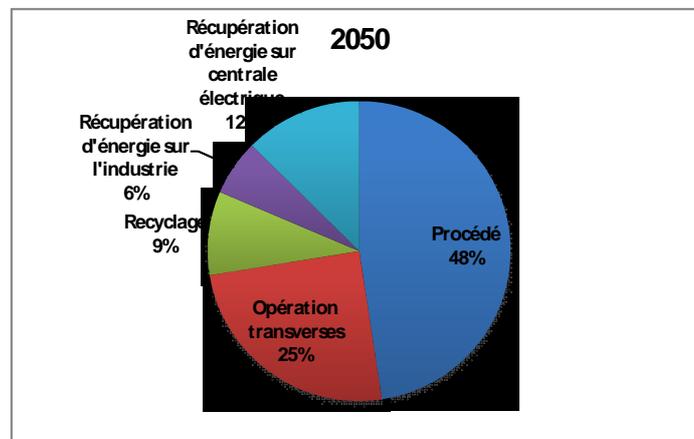
Ces résultats globaux peuvent sembler faibles, mais il faut rappeler encore une fois le poids du secteur sidérurgique (50% de la consommation énergétique régionale industrielle) : hors secteur sidérurgique, le potentiel est d'environ 63% sur le long terme, et plus de 20% d'ici 2020 (voir Figure 12) **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**



**Figure 12 : Evolution des consommations industrielles hors Sidérurgie dans le cadre d'un scénario gisement d'efficacité énergétique**

source : E&E

Les gisements d'économie/récupération d'énergie se répartissent de la manière suivante en 2050 :



**Figure 13 : Répartition des gisements d'économie d'énergie en 2050**

source : E&E

Le gisement majoritaire repose principalement sur l'amélioration des procédés industriels. Le recyclage ne concerne que la sidérurgie, il est intégré dans le chapitre procédé ci après.

## Réductions des émissions de GES associées à l'efficacité énergétique

Les potentiels associés sur les GES sont donnés à titre indicatif : environ 10% d'ici 2020 et d'environ 31% en 2050.

Pour être pertinent, il faudrait l'associer au potentiel des énergies renouvelables, et revalider éventuellement certains choix technologiques plus adaptés à l'optique « réduction de GES », mais pas forcément les plus efficaces en terme de consommation d'énergie, en particulier pour la sidérurgie.

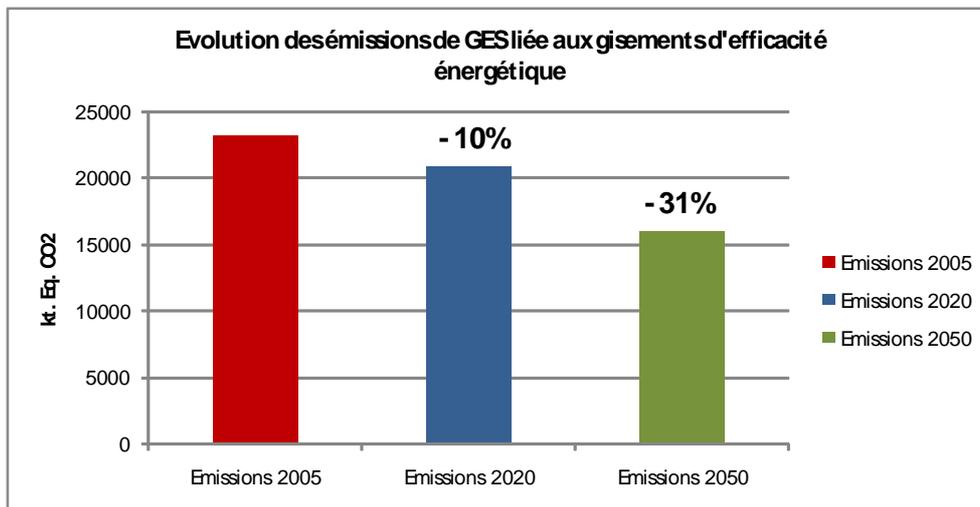


Figure 14 : Evaluation des réductions de GES avec les potentiels d'efficacité énergétique  
Source : E&E

# Efficacité énergétique sur les usages transverses usages transverses

## Description des usages transverses

Cette partie présente les leviers d'action sur les usages de l'énergie que l'on retrouve dans différentes branches de l'industrie. Il s'agit de type d'interventions précis, appelés transverses :

- Le chauffage des locaux
- La production de chaleur
- Le transport et la distribution de la chaleur (pertes)
- Les moteurs électriques
- Le pompage
- La production d'air comprimé
- La ventilation
- L'éclairage
- La production de froid
- Les pertes dans les transformateurs électriques

## Part des usages transverses dans les consommations énergétiques industrielles

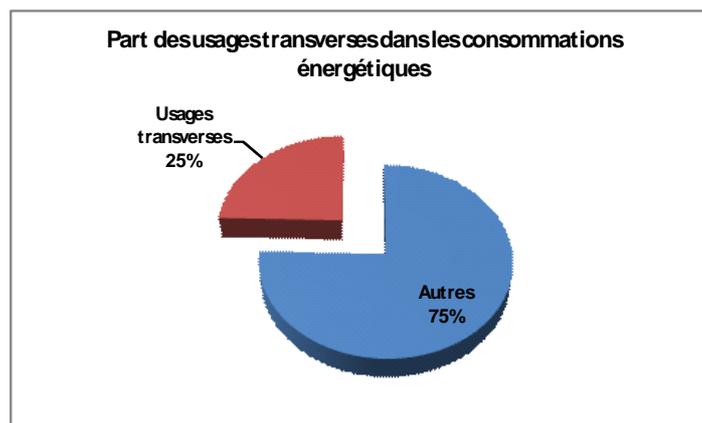


Figure 15 : Estimation de la part des usages transverses dans le bilan énergétique industriel  
(Source : E&E consultants)

Les consommations énergétiques attribuées à l'ensemble des usages transverses de l'industrie en Nord-Pas de Calais représentent le quart des consommations régionales industrielles.

Les consommations énergétiques induites par ces usages se répartissent de la manière suivante :

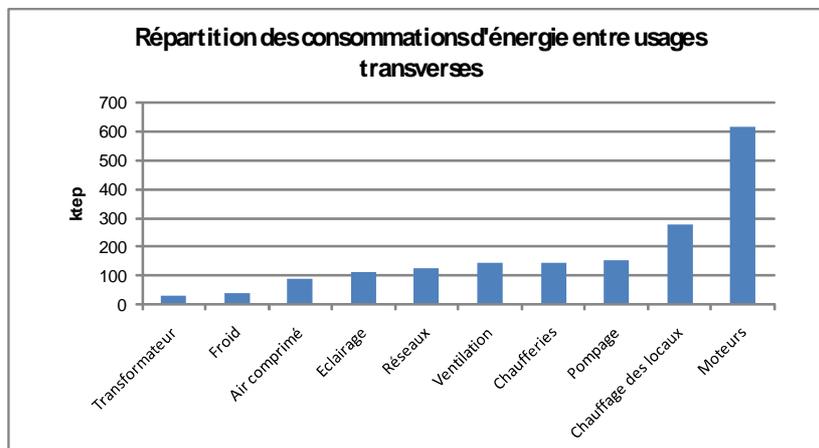


Figure 16 : Répartition des consommations des usages transverse en NPdC en 2005  
(Source : E&E consultants)

On peut identifier le poids extrêmement important de l'usage des moteurs parmi ces usages.

## Gisements d'économies d'énergie pour les usages transverses

Les consommations énergétiques liées à ces différents usages ont été reconstituées, puis les gisements d'économie d'énergie liés à ces usages ont été déterminés en se basant sur une étude du CEREN « gisements d'économies d'énergie dans les opérations transverses de l'industrie ».

Pour estimer les potentiels dans la région, les consommations de chacune de ces opérations transverses ont été reconstituées secteur par secteur, puis les potentiels proposés par le CEREN ont été appliqués. On considère que seules les actions ayant un temps de retour sur investissement inférieure à 3 ans sont réalisées d'ici 2020, le reste est réalisé d'ici 2050.

### Résultats du gisement d'économie d'énergie « opérations transverses »

L'étude montre que les gisements d'économies d'énergie sur ces usages pour l'industrie du Nord-Pas de Calais s'élève à un total de :

- 511 ktep en 2020
- 790 ktep en 2050

Ces gisements se répartissent de la manière suivante :

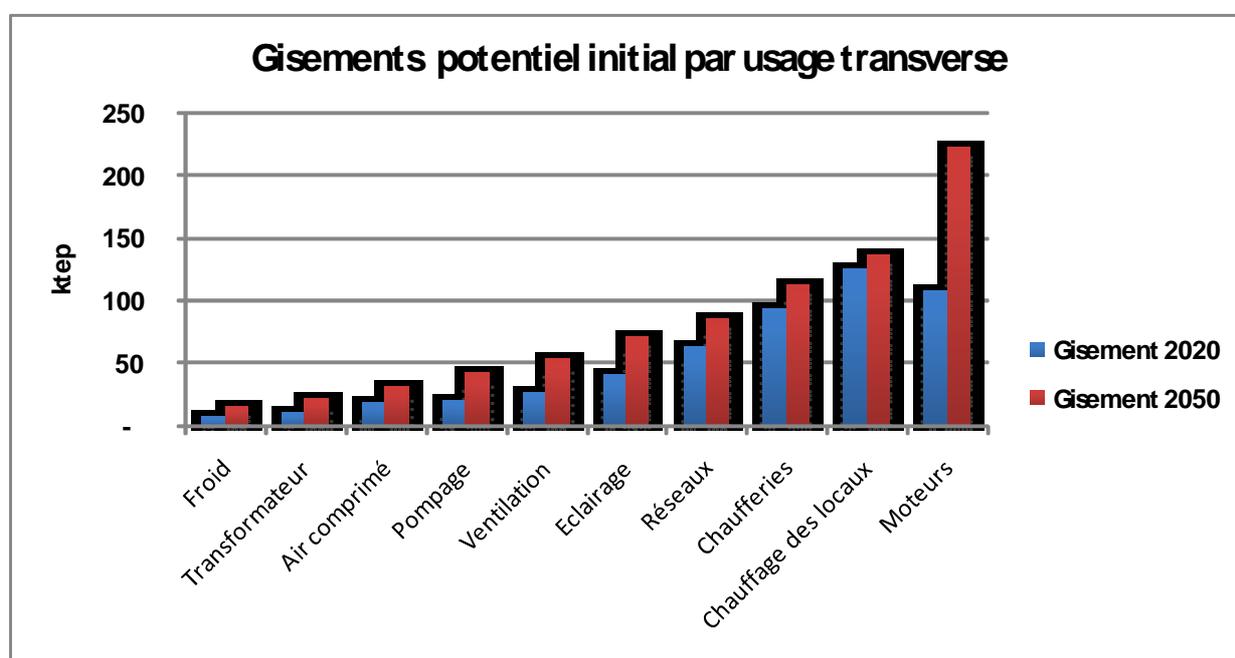


Figure 17 : Répartition des gisements d'efficacité énergétique dans les opérations transverses (Source : E&E consultants)

Ainsi la consommation des moteurs électriques est un usage à fort potentiel de réduction de consommation d'énergie.

### Zoom sur les moteurs

Les moteurs représentent un gisement très important, **ils représentent 70% des usages de l'électricité dans l'industrie**. Des gains très importants sont possibles en :

- Effectuant un bon dimensionnement de la machine que l'on souhaite entraîner, les surdimensionnements entraînant généralement une surconsommation (fonctionnement du moteur en dehors de la zone optimale).
- Utilisant les moteurs les plus efficaces (label EFF 1). Même s'il y a un surcoût à l'achat, ce choix est largement rentable quand on sait qu'aujourd'hui l'essentiel des coûts se concentrent sur l'exploitation (cf. Figure 18).
- Utilisant des variateurs de vitesse. L'usage des variateurs de fréquence, dont le coût a largement diminué ces dernières années, permet d'adapter au mieux la vitesse du moteur au besoin. Sur une majorité d'usage, les gains sont très importants.
- Bonne maintenance : du moteur en lui-même (graissage palier), et de la ligne de transmissions (alignement, tension courroie...)
- Sur la durée de vie d'un moteur (environ 15 ans), l'énergie consommée représente 97% du coût total.

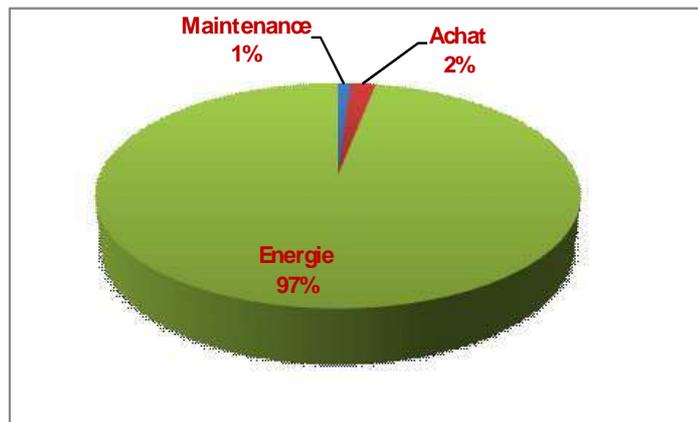


Figure 18 : Répartition des dépenses sur la durée de vie d'un moteur

A noter que la prochaine directive européenne Eco conception aura un impact partiel sur cet usage (ainsi que sur d'autres appareils électriques).

Selon les nouvelles règles pour les moteurs industriels, les produits trop consommateurs d'énergie ne seront plus autorisés sur le marché d'ici 2011. Les gros moteurs devront être économes en énergie d'ici 2015 et tous les autres d'ici 2017. Parallèlement, ils devront être équipés de variateurs de vitesse, qui règlent la puissance des moteurs en fonction des besoins réels au lieu de les laisser tourner constamment à plein régime.

**On peut estimer que 40% du gisement pourra être atteint par la bonne application de cette directive.**

## Récupération de chaleur et cogénération

### Récupération de chaleur dans l'industrie manufacturière

On désigne ici la récupération de chaleur destinée à un usage sur réseau de chaleur pour le chauffage et le résidentiel/tertiaire.

Le potentiel de récupération de chaleur d'un procédé industriel est à considérer en concurrence avec les potentiels d'efficacité énergétique que l'on veut atteindre. En effet, dans de nombreux procédés énergivores, une source majoritaire de réduction des consommations d'énergie consiste en l'utilisation d'énergie perdue à des fins de préchauffage, ce qui diminue la part de chaleur qui peut ensuite être récupérée pour alimenter un réseau de chaleur.

De manière générale, les plus gros taux de récupération se trouvent sur les procédés nécessitant des hautes températures pour le procédé (industrie lourde), telle que la sidérurgie, la métallurgie, l'industrie chimique, la cimenterie... La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente pour les principales branches industrielles les niveaux de température des procédés.

**Ainsi par exemple : l'usine sidérurgique d'Arcelor Mittal à Dunkerque récupère déjà aujourd'hui de la chaleur et alimente le réseau urbain (environ 50% des besoins de la ville, extension en cours).**

La récupération de chaleur est ici estimée en considérant qu'elle se fait à basse température (réseau de chaleur à 80 ou 90°C). Ce niveau de température est important car il fixe une limite physique de récupération, cette limite étant la nécessité d'avoir un gradient de température entre le milieu où l'on récupère la chaleur et le niveau de température de l'alimentation du réseau de chaleur.

Ce potentiel pourrait être augmenté en utilisant des pompes à chaleur, ce qui permettrait de prendre en compte des gisements (chaleur perdue des procédés) à très basse température. Ceci mériterait une étude détaillée combinée à celle des potentiels d'usage sur réseaux de chaleur urbain.

### Résultats du gisement « récupération de chaleur »

A terme on considère qu'environ 15% de l'énergie servant à la fabrication (la part matière première n'est donc pas prise en compte) peut être récupérée sur l'ensemble de l'industrie manufacturière.

**Au final, l'énergie récupérée est de 114 ktep en 2020 et 173 ktep en 2050.**

Toutefois, comme dit précédemment, un potentiel supplémentaire pourrait être récupéré par l'installation de pompes à chaleur permettant de récupérer de la chaleur sur des procédés à plus basse température.

## Cogénération

### La cogénération en Nord-Pas de Calais

Actuellement, la cogénération (production combinée de chaleur et d'électricité) dans la région produit autour de :

- 5000 GWh de chaleur
- 2000 GWh d'électricité

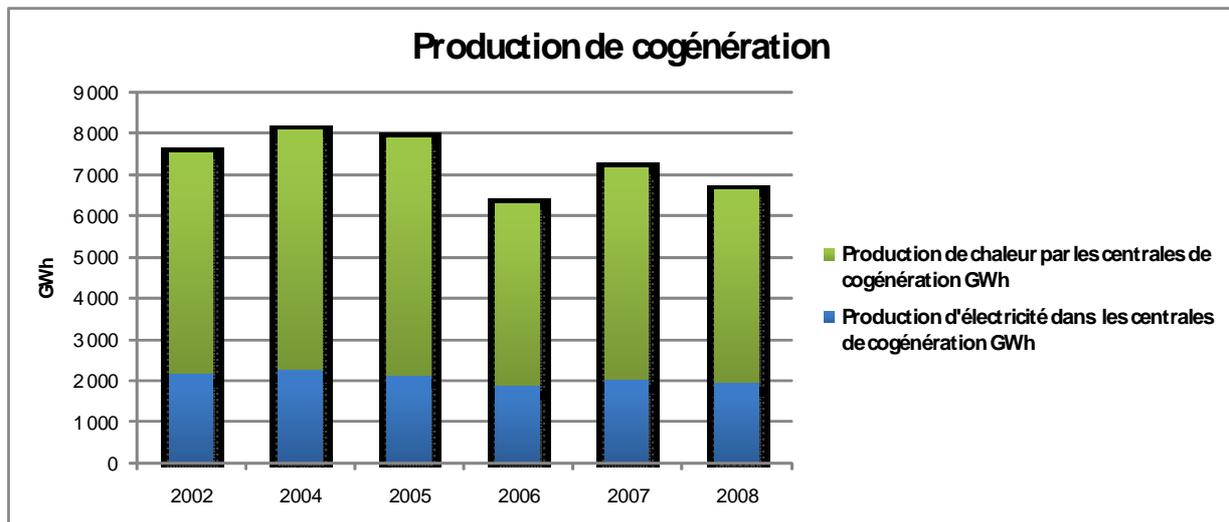


Figure 19 : Production des cogénération en NPdC ces dernières années (Source : SOeS)

Ainsi en 2008 cette production était effectuée par 72 installations, pour une puissance installée totale de 481 MW (données SOeS).

Une partie de la production actuelle risque de disparaître faute de garanties d'achat.

### Enjeux de la cogénération : être pilotée par les besoins électriques

La cogénération permet d'obtenir un rendement global de production de chaleur et d'électricité supérieur à la production séparée.

### Comparatif des bilans énergétiques

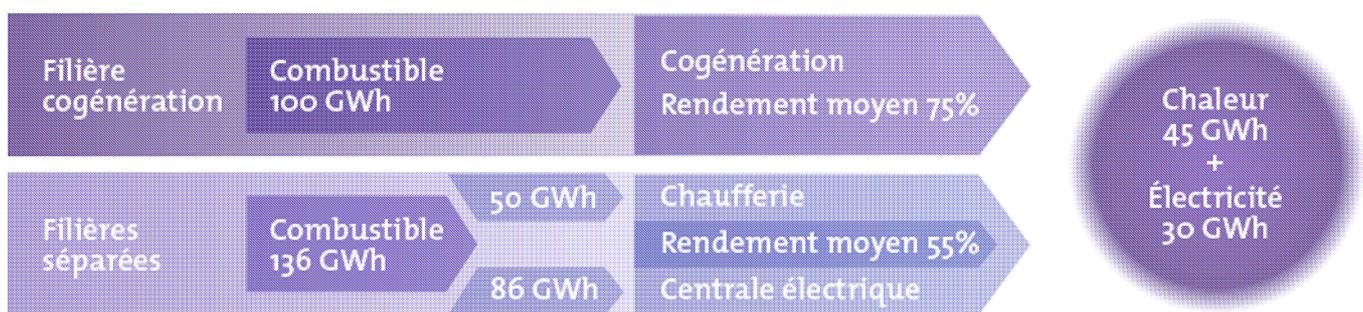


Figure 20 : Comparatif moyen des bilans énergétiques (Source : Dalkia)

De plus, une production décentralisée telle que la cogénération permet de limiter les pertes de transport et de distribution de l'électricité.

La cogénération existante mériterait à elle seule des développements importants sur l'utilisation optimale ou non des ressources présentes.

Le paragraphe présent observe la possibilité d'une extension de la cogénération à des productions se substituant à des centrales thermiques, en amont des process et des consommations de l'industrie, voire en mettant en œuvre des installations sur réseau de chaleur.

Il s'agit ici d'améliorer le rendement global du système en substituant une partie de la production des centrales à Cycle Combiné Gaz (CCG)

**Installées sur des productions de chaleur industrielles adéquates, les cogénérations peuvent devenir ainsi des moyens de production de pointe ou semi-base, avec des rendements supérieurs aux meilleurs CCG actuels.**

Ces potentiels supplémentaires par rapport aux cogénérations existantes sont dus à plusieurs facteurs, en particulier le besoin de pointe qui incite à trouver des potentiels pilotables depuis les gestionnaires de la répartition électrique et non des cogénérations pilotées par la consommation de chaleur industrielle.

Ainsi la production d'électricité ne se fait plus en fonction des apports de chaleur récupérables du procédé industriel, comme c'est généralement le cas actuellement, mais à des moments précis de l'année où l'intérêt carbone et économique est optimal (en pointe hivernale).

Le facteur d'utilisation dégradé par rapport à une installation de base (typiquement moins d'un tiers de l'année) et les coûts du pilotage sont compensés par le gain carbone important (seuls les besoins de pointe sont assurés par ce système), par les avancées technologiques (électronique de puissance, pilotage des dispositifs anti-pollution) et par le fait de pouvoir arbitrer entre les coûts des énergies (achat de gaz ou d'électricité, voire stockage thermique temporaire) qui donne aux opérateurs un atout économique important.

On peut aussi considérer que la cogénération passe d'un régime permanent (4000 heures et au-delà) à un régime tenant compte à la fois du carbone substitué, des pointes assurées, et des prix des énergies.

### Le « clustering »

Il s'agit de rendre possible l'installation d'une cogénération à simple voire à double cycle en mutualisant les besoins en chaleur sur une zone industrielle comprenant plusieurs grosses unités. Les rendements et les ratios électricité-chaleur sont alors nettement plus favorables.

Cela permet d'assurer une rentabilité aux projets même sur des durées de fonctionnement limitées, et peut également assurer un gain carbone élevé par rapport aux centrales ne produisant que de l'électricité. Dans ce cas, la centrale dessert un ou plusieurs sites et injecte sur le réseau en haute tension.

### Potentiel de cogénération identifié en Nord-Pas-de-Calais

Suite à l'étude des niveaux thermiques (basse, moyenne ou haute température) utilisés dans les procédés industriels, et ramenée à une utilisation en pointe hivernale (3000h par an), **la production possible s'élève ainsi à 931 GWh en 2020 et 1351 GWh en 2050.**

Par rapport à une centrale à gaz à cycle combiné, ce programme va substituer une quantité de gaz donnée par la différence des rendements marginaux, **soit 885 GWh en 2020 et 1038 GWh en 2050, ou encore respectivement 76 et 89 ktep.**

Le calcul simplifié est présenté dans le tableau suivant :

Production électrique de pointe en cogénération pilotée				
		2005	2020	2050
Potentiel chaleur cogénéritable (total annuel)	GWh	0	3104	4502
Electricité cogénérée sur base de 3000 heures ou moins	GWh	0	931	1351
Consommation gaz complémentaire	GWh	0	978	1418
<b>L'électricité produite se substitue à de la production de CCG gaz</b>				
Gaz substitué	GWh	0	1863	2456
Economie d'énergie primaire (gaz)	GWh	0	885	1038
	ktep	0	76	89
E&E Consultant 2010				

### Récupération des effluents des centrales électriques

Le développement le plus important étudié est celui des centrales à gaz en cycle combiné. Sur les 35 projets actuellement autorisés par l'Etat, trois se trouvent dans la région : Pont-sur-Sambre (Poweo) actuellement en service ; Hornaing (SNET) où une centrale charbon est encore exploitée ; Monchy-au-bois près d'Arras, par un groupe suisse. Enfin, à Blaringhem, Poweo souhaite construire une autre centrale.

Selon une étude de E&E consultants sur les sites français faisant l'objet d'autorisations, deux de ces sites (Monchy et Blaringhem) sont à considérer avec réserve tant la situation nationale est potentiellement surcapacitaire. En effet, le réseau RTE dans ses documents de projection montre qu'une quinzaine seulement des centrales sont nécessaires dans le cadre des scénarios de production électrique.

Vu le nombre de projets actuellement autorisés, il est peu probable que ces centrales pourront fonctionner plus d'un quart à un tiers de l'année. De même, leur utilisation en semi-base ou en pointe dégrade le rendement de ces machines, qui pourrait ne pas dépasser 50% contre 58% en théorie.

Dans aucun de ces sites, il n'est envisagé de récupération de chaleur ou de soutirage de vapeur pour l'industrie. Le rendement primaire de l'électricité de la région va donc rester très défavorable, puisque seules les productions éoliennes fourniront une électricité peu énergivore. **Chacune des centrales au gaz diffusera des effluents chauds pour une puissance de l'ordre de 350 MWth sur 2000 à 5000 heures (soit entre 700 GWh et 1750 GWh par centrale ou encore de 60 à 150 ktep).**

Dans un scénario médian (avec 3 centrales au total et une moyenne de fonctionnement de 4000 heures), **la chaleur perdue se monte à environ 360 ktep (4200 MWh), ce qui place cet enjeu parmi les « gros gisements » de la région.**



## Actions sur les potentiels industriels

### Synthèse des gisements d'économie d'énergie dans les procédés

Dans le cadre d'un scénario « gisement global », c'est-à-dire où tous les leviers d'actions d'économie d'énergie sont la réduction des consommations des procédés s'élèverait à :

- 501 ktep en 2020
- 1 370 ktep en 2050

Le levier d'action des procédés industriels représente 58% des gains possible en termes d'efficacité énergétique dans l'industrie. Ces gains se répartissent de la manière suivante dans les différentes industries :

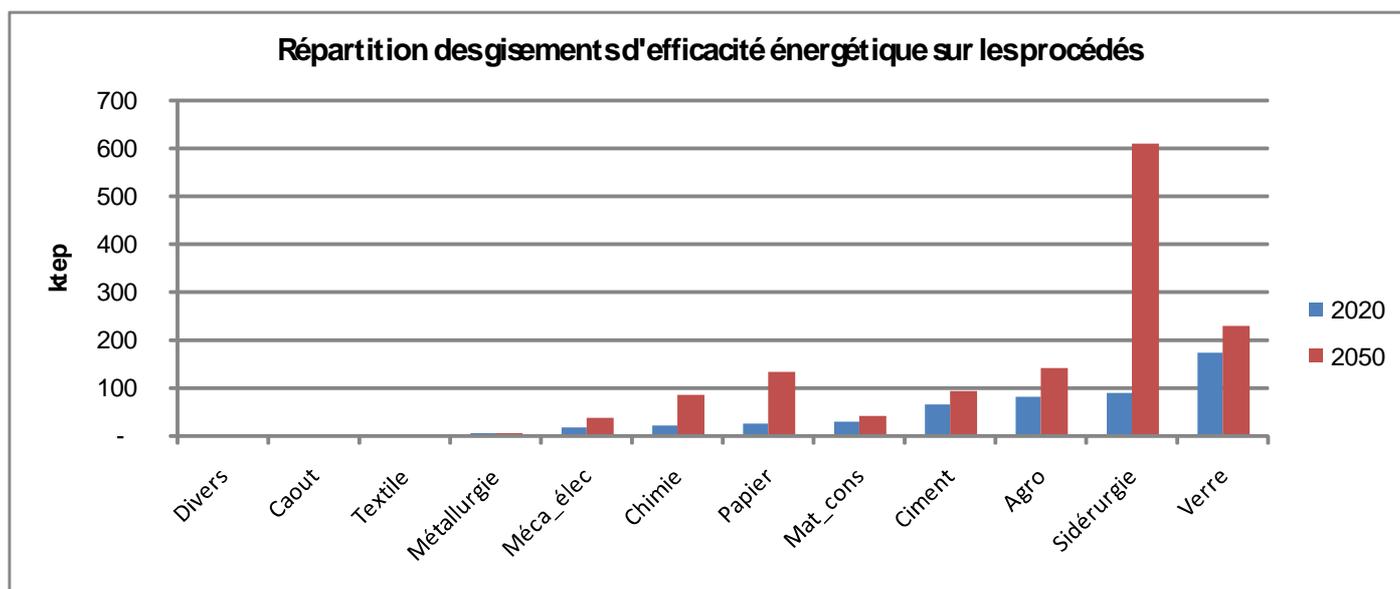


Figure 21 : Répartition des gisements "procédés" par filières industrielles  
(Source : E&E consultants)

Les gains à l'horizon 2020 prennent en compte la maturité des technologies et le temps de remplacement des technologies, tandis que les gains potentiels 2050 sont les gains maximum (remplacement de toutes les installations existantes par les meilleures technologies existantes).

Le potentiel de gain énergétique le plus important est concentré sur la filière industrielle la plus consommatrice de la région, la sidérurgie.

On observe toutefois que les gains potentiels de cette filière sont plutôt atteignables à l'horizon 2050. A plus court terme, ce sont les procédés des industries du verre de l'agroalimentaire et du ciment qui possèdent les économies potentielles les plus importantes.

**Dans les parties suivantes, les gains par amélioration des procédés industriels seront détaillés pour les potentiels les plus importants : la sidérurgie, le verre, l'agroalimentaire et la production de ciment.**

### Procédés en Sidérurgie

La spécificité du secteur est que la plus grande part de l'énergie consommée est utilisée en tant que matière première. Le charbon (ici de la houille) est transformé en coke (concentré carbone) avant d'être mélangé au minerai de fer. Le mélange entre en réaction de réduction dans le haut fourneau, pour former la fonte, matière première aux divers alliages d'acier.

Pour l'électricité, on trouve une forte part d'usage en moteur. Cette industrie lourde utilise beaucoup de ventilateurs, concasseurs, convoyeurs... On trouve également un usage thermique important dans les aciéries électriques (recyclage de ferraille, réalisation d'alliage d'acier...).

### Un point sur le recyclage

**Les recyclages de matières concernent particulièrement la branche sidérurgique.** En effet, comme identifié dans le bilan global, la spécificité du secteur est que la plus grande part de l'énergie consommée est utilisée en tant que matière première.

Dans le cadre de l'évaluation d'un gisement maximum, on peut considérer une augmentation du recyclage. Dans son étude<sup>1</sup>, Virage-énergie Nord-Pas de Calais avait considéré une augmentation de recyclage de 16 points (passage de 64% à 80% au niveau national). Cette évolution rapportée à la production d'acier primaire dans la région représente un transfert d'environ 0,9 Mt d'acier primaire vers le recyclage (aciérie électrique), soit un transfert d'environ 15% de la production d'acier primaire vers de l'acier recyclé.

**Pour le recyclage des ferrailles.** Les meilleures technologies actuellement en service consomment 0,47 MWh/t<sub>acier</sub><sup>2</sup>. Ces performances peuvent même être dès aujourd'hui abaissées de 0,07 MWh/t<sub>acier</sub> en utilisant un préchauffeur. D'après les données NORENER, il semble que les performances régionales soient proches de 0,7 MWh/t<sub>acier</sub>. On peut donc considérer **un gisement de 40%**.

### Efficacité énergétique à court terme

**Pour l'acier primaire**, sur le court terme, il ne semble pas qu'il y ait des possibilités d'amélioration des performances du procédé lui-même.

**Pour le recyclage des ferrailles** : la moitié du gain maximum semble atteignable d'ici 2020, soit 20%.

### Efficacité énergétique à long terme

**Pour l'acier primaire**, des technologies sont en cours de développement :

- Top Gas Recycling (TGR) Blast Furnace – Recirculation des gaz de haut-fourneau

Dans cette solution, les gaz de haut-fourneau actuellement valorisés énergétiquement (ex : centrale électrique de DK6 à Dunkerque) seraient réintroduits dans le haut-fourneau en tant qu'agent réducteur. La quantité de coke de charbon nécessaire à la réduction du minerai de fer diminue, entraînant par la même occasion la réduction d'émissions de CO<sub>2</sub>.

Afin de permettre la capture du CO<sub>2</sub>, on peut également substituer l'air chaud injecté dans le four par de l'oxygène, afin d'avoir directement des fumées concentrées en CO<sub>2</sub> (sans di-azote, naturellement présent dans l'air).

Du strict point de vue énergétique, le recyclage des gaz n'apporte pas de réduction de consommation d'énergie puisque le gain sur le réducteur (le coke) est compensé par la consommation électrique nécessaire au traitement des gaz de recirculation<sup>3</sup>.

- Réduction directe au gaz naturel

Solution déjà utilisée aujourd'hui lorsque le gaz naturel est disponible et bon marché, elle permet une réduction de presque 50% des émissions de CO<sub>2</sub>. Elle nécessite une qualité de minerai supérieure. Cette solution n'est pas retenue dans le cadre de l'étude de E&E, car la région comme la France ne possède pas de gisement de gaz naturel.

- Technologie Hisarna

Cette technologie fait appel au procédé de bain de fusion. Elle n'utilise plus de coke, mais directement du charbon mais en bien moins grande quantité par rapport au haut-fourneau. Cette technologie permet également une modularité du réducteur, en substituant partiellement du charbon par de la biomasse, du gaz naturel ou même de l'hydrogène.

Un pilote de 60 000T/an a été démarré à l'été 2010 aux Pays-Bas, une unité commerciale est visée pour 2017 . Le gain énergétique est de 20%.

- Electrolyse

Grâce au passage d'un courant électrique dans un bain aqueux de minerai de fer, le procédé produit du fer et de l'oxygène. La production se fait donc sans émissions directes de CO<sub>2</sub>, excepté celles de l'électricité. Cette technologie est la moins mûre (stade expérimental) mais beaucoup d'éléments permettent de prédire un bel avenir à cette technologie, déjà en application industrielle dans d'autres secteurs (Aluminium, Zinc...). Données de consommation encore inconnues.

- Réduction directe par l'hydrogène

La technologie est disponible, mais il faut pouvoir produire l'hydrogène nécessaire proprement et à moindre coût. C'est pourquoi elle n'est pas retenue pour l'étude E&E.

- Haut-fourneau à la biomasse ou déchets fatals

Le charbon de bois remplace le coke dans le haut-fourneau. Si le bois est exploité de manière durable, le bilan CO<sub>2</sub> est quasi nul. De petites unités fonctionnent déjà au Brésil. Cette solution est, a priori, difficilement généralisable pour des raisons de ressources de biomasse.

<sup>1</sup> « Energies d'avenir en Nord-Pas de Calais », Virage-énergie NPDC, Janvier 2008

<sup>2</sup> "World Best Practice Energy Intensity Values for Selected Industrial Sectors », Worrell Ecofys, 2007, p15

<sup>3</sup> « A long-term view of CO<sub>2</sub> efficient manufacturing in European region », Delft, June 2010, p 37

Dans quelques pays (Japon, Allemagne), on injecte des plastiques usés dans le haut-fourneau afin de réduire l'utilisation de charbon. Cette solution ne peut être globale mais apporte quelques pourcents de réductions supplémentaires aux solutions actuelles.

**Dans le cadre de l'étude E&E, n'est retenu que la technologie Hisarna qui permet une réduction de consommation d'énergie de 20%. La technologie par électrolyse, bien que très prometteuse, n'est pas retenue car ses performances sont encore trop difficiles à estimer. Ce choix est effectué car l'étude E&E se focalise sur les diminutions de consommations énergétiques.**

**Dans le cadre d'un objectif de réduction de GES et autres polluant, il faudrait prendre en compte la pénétration des autres procédés.**

Le potentiel maximum d'économie d'énergie pour les procédés en sidérurgie est estimé à :

- **89 ktep en 2020**
- **609 ktep en 2050**

## Réduction des émissions de polluants en Sidérurgie

La Sidérurgie est émettrice de nombreux polluants. Des techniques de prévention et de protection existent tel que :

- **La réduction des poussières** est obtenue par la captation puis le traitement par des électrofiltres, et en final par des filtres à manches. De plus, l'injection de chaux et de charbon actif permet une diminution des quantités de métaux, de dioxines et des dioxydes de soufre que contiennent les poussières. Les émissions diffuses sont maîtrisées par le laquage et le traitement dans la masse des stocks extérieurs.
- La réduction des **émissions de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)** peut être obtenue par la désulfuration des gaz de la cokerie.
- La réduction de **dioxydes d'azote (NOx)** peut être obtenue par la technique de re-circulation des fumées.

## Verre

En comparant les performances des meilleurs usines actuelles (10,5GJ/ t<sub>verre</sub>) aux performances des usines en Nord-Pas de Calais (20 GJ/t<sub>verre</sub>)<sup>4</sup>, des gains sont possibles sur les fours en eux même :

- Un fort gain de 70% est possible en atteignant le niveau des meilleures technologies actuelles (fours régénératifs), et rapidement, car la durée de vie d'un four est de 10 à 12 ans
- Un gain de 25% supplémentaire est possible par rapport aux meilleurs technologies actuelles à l'horizon 2050.

De plus, l'usage de Calcin (morceaux de verre recyclés) permet des gains supplémentaires : l'ajout de 10% de calcin réduit d'environ 2 à 3% la consommation d'énergie du four.

La combinaison de ces actions permettrait donc pour l'usage des fours :

- de passer à 8GJ/ t<sub>verre</sub> en 2020
- de passer à 3,5 GJ/ t<sub>verre</sub> en 2050

La limite théorique de l'amélioration de la performance du four ne peut descendre en dessous de 2,2 ou 2,7 GJ/ t<sub>verre</sub> qui est l'énergie nécessaire à la fusion du verre.

## Résultats du gisement « Procédé Verre »

Le potentiel maximum d'économie d'énergie pour les procédés est estimé à :

- **171 ktep en 2020**
- **228 ktep en 2050**

## Procédés en Agroalimentaire

### Brasseries

Pour les brasseries, la moyenne mesurée avec les données NORENER (4 brasseries, les plus grandes parmi la soixantaine d'unités existantes) montre que les énergies spécifiques de brassage sont dans la moyenne : 130 MJ/hl. La fourchette de consommation unitaire actuelle européenne est de 100 à 200 MJ/hl. Néanmoins, il reste des potentiels d'économie d'énergie en mettant en place des systèmes de récupération d'énergie (refroidissement du moût...) pour atteindre la fourchette basse.

<sup>4</sup> Enquête NORENER

Il peut être considéré que la moitié du gain est atteint d'ici 2020 (15% sur usage fabrication), le reste pour 2050 (30%).

## L'industrie agroalimentaire hors brasseries (IAA hors brasseries)

L'agro-alimentaire a des besoins en chaleur basse température pour le chauffage de fluides, la cuisson, le séchage. Une chasse aux pertes et une récupération de la chaleur sur les effluents peuvent permettre de baisser les consommations d'énergie de l'usage fabrication de 20%. Le recours à la technologie de la Compression Mécanique de Vapeur (CMV) ainsi que des pompes à chaleur peuvent aussi apporter un gain d'énergie, même primaire. Ces éléments sont difficiles à chiffrer précisément pour la région, mais on peut néanmoins considérer que 20% des usages « fabrication » des combustibles peut être transféré sur l'électricité par de la CMV .

## Hypothèses retenues

### Court terme (2020)

- **Brasseries : 15% sur l'usage fabrication**
- **IAA hors brasseries : 10% sur l'usage fabrication et 10% de transfert vers CMV (électricité, force motrice)**

### Long terme (2050)

- **Brasseries : 30% sur l'usage fabrication**
- **IAA hors brasseries : 20% sur l'usage fabrication et 20% de transfert vers CMV (électricité, force motrice)**

## Résultats du gisement « procédés de l'agroalimentaire »

Le potentiel maximum d'économie d'énergie pour les procédés en sidérurgie est estimé à :

- **80 ktep en 2020**
- **140 ktep en 2050**

## Ciment, Chaux, plâtre

Les cimenteries du Nord-Pas de Calais sont relativement vieilles et utilisent des procédés dits par « voie humide » ou « semi-humide » (de 4 à 7 GJ/tclinker, soit 0,09 à 0,17 GJ/tclinker)<sup>5</sup>. Ces procédés ajoutent de l'eau lors de la préparation matière, qui doit ensuite être évaporée, ce qui augmente énormément la consommation du four, comparé aux technologies actuelles des cimenteries neuves dites par « voie sèche » (jusqu'à moins de 3 GJ/t clinker, ou 0,07tep/tclinker).

Concernant le broyage, même si les matières premières peuvent avoir un impact sur les puissances de broyage, les ateliers modernes (broyeurs verticaux et surtout Horomill) peuvent consommer beaucoup moins que les broyeurs traditionnels (de 20 à 30% de moins, la moyenne est à 110 kWh/t<sub>ciment</sub>)<sup>6</sup>.

- Cuisson : environ 30% de gains sont réalisables (conversion à la voie sèche).
- Broyage : on retient 20%

**A plus long terme**, pour envisager des gains plus importants, il faut envisager d'autres types de liants que le ciment Portland (ciment produit actuellement). Divers produits sont en cours de développement, on peut retenir les deux suivants :

**Novacement (start-up émanant d'un laboratoire d'Imperial College London)** : l'idée est d'utiliser une autre matière première, le silicate de manganèse. Le procédé est assez proche sauf que la température du four est beaucoup plus faible (700°C). Le plus intéressant dans ce procédé est qu'en plus de réduire la consommation d'énergie, il n'y a pas de décarbonatation des matières premières : au contraire, il permet une capture de carbone qui se retrouve ensuite piégé dans la matrice du ciment. Un pilote fonctionne déjà, une installation semi-industriel devrait voir le jour d'ici 2015.<sup>7</sup>

**Calera** : cette technologie, bien qu'à ses prémises, est particulièrement attrayante, puisque sa matière première ne provient plus de roches extraites, mais du CO<sub>2</sub> issu de fumées d'autres procédés industriels. L'idée consiste à « arroser » avec de l'eau de mer des fumées chargées en CO<sub>2</sub> pour le précipiter en carbonate (réaction similaire à la création des coraux)<sup>8</sup>.

<sup>5</sup> « Diagnostique énergétique d'une cimenterie », IEPF, p3

<sup>6</sup> Voir « Cement technology roadmap 2009 » WBCSD/AIE, 2009, p6,

Et « Diagnostique énergétique d'une cimenterie », IEPF, p4

<sup>7</sup> « A long-term view of CO<sub>2</sub> efficient manufacturing in European region », Delft, June 2010, p 51-53

<sup>8</sup> « Cement technology roadmap 2009 » WBCSD/AIE, 2009, p5

A l'horizon 2050, on retient donc le procédé Novacement, permettant une réduction de 50% de la consommation de combustible. Pour la partie broyage, aucun gain supplémentaire n'est pris en compte.

## Résultats du gisement « Ciment Chaux plâtre »

Le potentiel maximum d'économie d'énergie pour les procédés est estimé à :

- **63 ktep en 2020**
- **93 ktep en 2050**

## Autres secteurs

On peut citer comme grandes voies d'amélioration des procédés pour les secteurs restants :

- **l'optimisation des fours** (métallurgie non ferreux, Indus. Mécaniques et électriques, Autres matériaux de construction)
- **la récupération des vapeurs d'eau dans les fumées** : Compression Mécanique de Vapeur (CMV) (dans Chimie et Papier Carton),

Dans le cadre de cette synthèse les résultats sur les principales branches industrielles ont été présentés, les gisements sur les autres branches ont néanmoins été identifiés pour un ordre de grandeur :

- **273 ktep sur un horizon 2020**
- **655 ktep sur un horizon 2050**

## Synthèse des gisements énergétiques

Gisement évalué	Valeur 2020	Valeur 2050
Efficacité énergétique	511 ktep	790 ktep
Récupération Chaleur Industrie	114 ktep	174 ktep
Cogénération	76 ktep	84 ktep
Récupération Chaleur Energie	360 ktep	360 ktep
Procédés sidérurgie	89 ktep	609 ktep
Procédés Verre	171 ktep	228 ktep
Procédés Agriculture	80 ktep	140 ktep
Procédés Ciment, Chaux, Plâtres	63 ktep	93 ktep
Autres Branches	273 ktep	655 ktep