

# Changement climatique et emploi

*Impact sur l'emploi du changement climatique et des  
mesures de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dans  
l'Union européenne à 25 à l'horizon 2030*



Avec le soutien financier de la Commission européenne, DG Environnement, du département du Royaume-Uni pour l'Environnement, l'alimentation et les affaires rurales (DEFRA), du ministère de l'Environnement d'Espagne, du ministère de l'Environnement d'Italie, du SPF belge Santé publique, Sécurité de la chaîne alimentaire et Environnement, du ministère de l'Environnement de Finlande, de l'Ademe (France) et de la DIACT (France)

Avec le soutien financier de la Commission européenne, DG Environnement,  
Convention n° 07-0402/2005/420169/SUB/C2,  
du département du Royaume-Uni pour l'Environnement, l'alimentation et les  
affaires rurales (DEFRA), du ministère de l'Environnement d'Espagne, du  
ministère de l'Environnement d'Italie, du SPF belge Santé publique, Sécurité de  
la chaîne alimentaire et Environnement, du ministère de l'Environnement de  
Finlande, de l'Ademe (France) et de la DIACT (France)

Partenaires du projet "Impact sur l'emploi du changement  
climatique et des mesures de réduction des émissions de  
CO<sub>2</sub> dans l'Union européenne à 25 à l'horizon 2030":

*Confédération européenne des syndicats (CES),  
Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud  
(ISTAS), Social Development Agency (SDA), Syndex,  
Wuppertal Institute*

Sophie Dupressoir

Ana Belen Sanchez, Patrick Nussbaumer, Jorge  
Riechmann

Pierre Bobe, Daniel Dubois, Christian Duchesne,  
Alain Mestre, Jules Monplet, Philippe Morvannou,  
Jean-François Poupard, Hélène Robert, Mourad  
Tagzout

Vera Höfele, Wolfgang Irrek, Lutz Jarczyński,  
Dagmar Koths, Magdolna Prantner, Frederic  
Rudolph, Carolin Schäfer-Sparenberg, Stefan  
Thomas, Oliver Wagner

*Avec l'assistance du cabinet Sindnova*

Matteo Auriemma, Giuseppe d'Ercole

Couverture : photos Ademe.



## Sommaire

Introduction.....	8
<b>Partie I – L’impact du changement climatique sur l’emploi .....</b>	<b>10</b>
1. Introduction.....	10
2. Méthodologie.....	10
3. Circonstances propres à l’Union européenne .....	11
3.1. Activité économique .....	12
3.2. Emploi.....	12
4. Climat passé et futur en Europe.....	12
4.1. Climat passé.....	12
4.2. Climat futur .....	13
5. Effets sectoriels du changement climatique .....	14
5.1. Généralités .....	14
5.2. Agriculture, foresterie, pêche.....	17
5.3. Tourisme .....	24
5.4. Finance et assurance.....	27
5.5. Santé.....	30
5.6. Infrastructures.....	33
5.7. Énergie.....	34
6. Discussion .....	36
6.1. Local et mondial, coûts directs et équilibre général.....	36
6.2. Incertitudes.....	37
6.3. Changements non linéaires et brutaux .....	37
6.4. Adaptation .....	37
7. Conclusion.....	38
<b>Partie II – L’impact global des mesures de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.....</b>	<b>40</b>
1. Objectifs.....	40
2. Hypothèses.....	40
3. Les secteurs de l’étude.....	41

4.	Impact social et économique des politiques de lutte contre le changement climatique.....	41
5.	Méthodologie.....	42
5.1.	La définition de scénarios de politiques et mesures.....	42
5.2.	L'approche systémique.....	42
5.3.	L'analyse quantitative appliquée aux secteurs économiques.....	43
5.4.	La combinaison avec une approche qualitative et empirique.....	43
5.5.	Articulation des variables nationales et européennes.....	44
6.	Les politiques de réduction des émissions pertinentes, les scénarios.....	44
6.1.	Les politiques climatiques pertinentes d'ici à 2030.....	44
6.2.	L'évolution des émissions de l'Union européenne.....	49
6.3.	Les scénarios.....	50
7.	Les effets anticipés par les acteurs dans les onze États membres étudiés.....	52
7.1.	Un déficit d'analyse sur les retombées sur l'emploi des politiques climatiques.....	52
7.2.	Des niveaux de connaissance et d'implication différenciés des organisations syndicales.....	52
7.3.	L'impact sur l'emploi anticipé dépend de l'ambition et de l'effectivité des instruments et politiques en place.....	53
7.4.	L'impact global net sur l'emploi des politiques de lutte contre le changement climatique par rapport aux scénarios de référence.....	53
7.5.	L'effet global des mesures de réduction du CO <sub>2</sub> sur l'emploi.....	54
7.6.	L'effet sur les qualifications et la qualité des emplois.....	54
7.7.	Un processus de changement structurel faisant des gagnants et des perdants.....	55
<b>Partie III - Les effets sectoriels des mesures de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.....</b>		<b>56</b>
1.	Production d'électricité.....	56
1.1.	Les tendances actuelles : émissions, production d'électricité et investissements.....	56
1.2.	Une reprise de la construction de centrales électriques en Europe qui stabilise, à l'horizon 2010, l'emploi chez les producteurs d'énergie et induit une croissance de l'emploi indirect.....	59
1.3.	Les enseignements des scénarios pour la dynamique de l'emploi à l'horizon 2012-2030.....	61
1.4.	Sortie du nucléaire et réduction des émissions : illustration des implications pour l'emploi à travers les cas de la Belgique et de l'Allemagne.....	69
1.5.	Opportunités, défis et risques pour l'emploi dans le secteur électrique.....	74
1.6.	Recommandations pour les politiques climatiques.....	76
1.7.	Recommandations pour les politiques d'accompagnement social.....	77



2. Le secteur pétrolier .....	78
2.1. Insuffisance de l'offre mondiale de produits pétroliers et consommation européenne marquée par la progression du gazole routier.....	78
2.2. Les caractéristiques du raffinage européen et les orientations à 2015-2020.....	81
2.3. Les projections du raffinage européen à 2015-2020.....	82
2.4. Raffinage et évolutions des émissions.....	84
2.5. Émissions des raffineries et allocations de droits d'émissions sur les plans nationaux d'allocation des quotas .....	86
2.6. Les évolutions de l'emploi à moyen et long termes.....	87
3. Le secteur des transports .....	90
3.1. Analyse de l'activité et de l'emploi.....	91
3.2. Les émissions de gaz à effet de serre .....	96
3.3. Des scénarios qui semblent encore faire la part belle à la route... ..	96
3.4. La modélisation des effets emplois induits par les politiques de réduction de gaz à effet de serre dans le transport.....	105
3.5. L'évaluation des dynamiques d'emploi pour les secteurs du transport routier et ferroviaire .....	106
3.6. Le Réseau transeuropéen de transport.....	110
3.7. Recommandations pour la politique des transports .....	115
4. La sidérurgie.....	117
4.1. L'emploi dans la sidérurgie européenne : tendances et ruptures .....	117
4.2. Deux voies, fonte et électrique, aux économies et aux conséquences environnementales différenciées.....	120
4.3. Les effets de la détermination d'un prix au carbone.....	122
4.4. Les quotas d'émissions, une incitation à la recherche ? .....	126
4.5. Les différents niveaux de réponse.....	126
4.6. Les perspectives sidérurgiques à l'horizon 2020-2030 .....	128
4.7. L'acier bas carbone : un matériau d'avenir pour la sidérurgie européenne.....	132
4.8. Conclusions et recommandations.....	137
5. Le secteur cimentier.....	138
5.1. La situation économique et sociale du secteur cimentier européen et son potentiel de réduction des émissions de CO <sub>2</sub> à court et moyen termes .....	138
5.2. Les enjeux sociaux et d'emplois dans le secteur cimentier européen.....	141
5.3. Évaluation du potentiel de réduction des émissions de CO <sub>2</sub> à l'horizon 2012 et 2030 dans le secteur cimentier européen.....	142

5.4.	Positionnement et stratégie des différentes parties prenantes dans la réduction des émissions de CO <sub>2</sub> dans le secteur cimentier européen.....	145
5.5.	Les scénarios des émissions de CO <sub>2</sub> et du niveau d'emplois à l'horizon 2012 et 2030 dans le secteur cimentier européen.....	147
6.	Le secteur du bâtiment et de la construction .....	154
6.1.	Les scénarios de réduction des émissions de CO <sub>2</sub> dans le secteur résidentiel européen à l'horizon 2012 et 2030.....	154
6.2.	L'impact sur l'emploi dans les différents scénarios.....	155
6.3.	Les gagnants et les perdants des politiques et mesures en matière d'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel .....	161
6.4.	Les enseignements de l'étude ACE : impact sur l'emploi des politiques et mesures en matière d'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel.....	162
6.5.	Développer une stratégie de R&D mobilisant l'ensemble des acteurs de la filière bâtiment et créant des emplois hautement qualifiés.....	168
6.6.	Les enjeux de la formation des travailleurs de l'ensemble de la filière intervenant dans l'amélioration de l'efficacité énergétique des logements.....	169
7.	L'impact sur l'emploi des politiques et mesures trans-sectorielles.....	172
7.1.	Les technologies d'application transversale.....	172
7.2.	Les mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto basés sur les projets (MDP, MOC) .....	174
8.	Conclusions du 2 <sup>e</sup> volet de l'étude : les effets potentiels sur l'emploi global et sectoriel des actions de réduction des émissions de CO <sub>2</sub> .....	176
8.1.	L'effet sur l'emploi global direct et indirect relatif aux quatre secteurs étudiés.....	176
8.2.	La dynamique des activités « gagnantes » et « perdantes » par rapport au scénario BAU .....	177
8.3.	Les facteurs de la capacité d'ajustement de l'emploi .....	182
<b>Partie IV – Recommandations pour optimiser les synergies entre politique climatique et politique de l'emploi.....</b>		<b>184</b>
1.	Accroître la prévisibilité des politiques climatiques pour anticiper les mutations économiques et sociales nécessaires .....	185
2.	Maximiser les retombées positives pour l'emploi.....	186
2.1.	Mobiliser des moyens publics conséquents et adéquats pour réaliser les investissements publics et privés dans les biens et services répondant aux défis du changement climatique.....	186
2.2.	Un effort accru en matière de recherche et développement pour réaliser les ruptures technologiques, organisationnelles et sociétales requises .....	188
2.3.	Appliquer le principe du pollueur-payeur en poursuivant les objectifs multiples d'un développement durable .....	189
2.4.	Adosser le marché européen du carbone à une véritable politique industrielle "bas carbone" ..	190



2.5. Imposer des critères de durabilité sociale pour les projets MDP et MOC financés sur fonds publics.....	191
3. Optimiser la gestion des effets sociaux des mutations liées aux actions de réduction du CO <sub>2</sub> .....	191
3.1. Les dispositifs permettant l'adaptation et la sécurisation des travailleurs face aux mutations structurelles des compétences liées au processus de réduction des GES.....	192
3.2. Des instruments de dialogue social et de négociation collective adaptés aux enjeux des politiques climatiques .....	193
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>196</b>
Impact du changement climatique sur l'emploi .....	196
Les effets sectoriels des mesures de réduction des émissions de CO <sub>2</sub> .....	197
Les industries intensives en énergie.....	197
Impact global, quantitatif et qualitatif, sur l'emploi.....	199
Recommandations pour la conception des politiques .....	200
<b>Annexes.....</b>	<b>203</b>
Description des scénarios.....	202
Bibliographie de la partie I.....	206
Bibliographie de la partie II .....	213
Bibliographie de la partie III .....	213
Secteur énergétique.....	213
Secteur des transports .....	216
Secteur sidérurgique.....	217
Secteur cimentier .....	218
Secteur du bâtiment et de la construction.....	219

# Introduction

Le mouvement syndical européen est convaincu de l'urgence d'une politique européenne ambitieuse pour lutter contre le changement climatique qui s'inscrive dans la démarche du développement durable et qui soit ancrée dans un large consensus social. La Confédération européenne des syndicats (CES) a récemment appelé l'Union européenne à se doter d'objectifs de moyen et long termes pour réduire drastiquement ses émissions de gaz à effet de serre (GES), en soulignant les opportunités positives, tant économiques que sociales, ouvertes par la transition vers une économie pauvre en carbone. Un consensus politique semble se dessiner en faveur d'objectifs de réduction des émissions situés dans une fourchette de 15 % à 30 % d'ici à 2020 et de 60 % et 80 % d'ici à 2050, comparé au niveau de 1990<sup>1</sup>.

Dans le même temps, il est certain que l'Europe devra faire face à un niveau plus ou moins important de changement climatique, dont on ne connaît pas l'ampleur à l'heure actuelle. La politique climatique de l'Union européenne s'inscrit dans l'objectif de limiter la hausse de la température mondiale à 2 °C par rapport à son niveau préindustriel. Ce niveau est considéré comme suffisant pour réduire la probabilité d'effets irréversibles et extrêmement dommageables, mais il ne suffira pas à éviter une modification des conditions climatiques actuelles. En outre,

le scénario d'une élévation de la température supérieure à 2 °C ne peut pas être exclu. L'Union européenne ne représente que 15 % des émissions mondiales et l'engagement, indispensable, de l'ensemble des pays émetteurs, pays développés comme émergents, n'est pas garanti à ce jour par un accord mondial.

Pour le mouvement syndical européen, la réussite de la mise en œuvre du protocole de Kyoto en Europe et, au-delà de 2012, de politiques plus ambitieuses de réduction des émissions comme de politiques d'adaptation au changement climatique dépendra, dans une large mesure, de la capacité à mobiliser les acteurs clefs que sont les travailleurs dans les entreprises, à utiliser pleinement le potentiel des politiques de l'environnement pour la création d'emplois de qualité et à anticiper les mutations de l'emploi et des qualifications qui en découleront, de manière à assurer un partage équitable des coûts et des opportunités entre tous les secteurs économiques et avec les travailleurs.

L'impact global net sur l'emploi des politiques de lutte contre le changement climatique est estimé comme mineur et légèrement positif. Cependant, on peut s'attendre à des effets redistributifs importants, compte tenu des larges changements structurels qui seront requis ainsi que des distorsions de concurrence à l'échelle internationale vis-à-vis des pays qui ne rationnent pas leurs émissions.

---

<sup>1</sup> Conclusion du Conseil environnement et du Conseil européen de mars 2005.





À notre connaissance, les effets du réchauffement climatique sur l'emploi n'ont pas encore été étudiés de manière systématique. Pourtant, il est très probable que les phénomènes induits – changement des températures et des précipitations, augmentation du niveau des mers et modification de la fréquence des événements climatiques extrêmes – auront des implications pour l'activité économique et l'emploi en Europe. La Commission prépare actuellement un Livre vert sur l'adaptation au changement climatique.

La stratégie de développement durable de l'Union européenne, adoptée en 2006, appelle les organisations de travailleurs à engager une réflexion urgente avec les dirigeants politiques à propos des politiques de moyen et long termes requises pour le développement durable. La Commission a également insisté à plusieurs reprises sur la nécessité d'identifier les gagnants et les perdants des processus de changement vers le développement durable. Une analyse coûts-avantages des stratégies de l'Union européenne en matière de changement climatique, prenant en compte à la fois les considérations environnementales et les considérations relatives à la compétitivité, a été demandée par le Conseil européen de mars 2004.

Cette étude a pour ambition de contribuer à une telle réflexion, en fournissant une analyse des coûts et bénéfices potentiels pour l'emploi des politiques de lutte contre le changement climatique et du changement climatique en Europe.

Ce rapport est composé de deux volets. Le premier, intitulé « *Impact du changement climatique* », s'attache à déterminer l'impact potentiel sur l'emploi en Europe du changement climatique (partie 1). Le second, intitulé « *Impact des mesures de réduction des émissions* », analyse les implications potentielles pour l'emploi des politiques de prévention du changement climatique dans l'Union européenne à l'horizon 2012 et 2030 (parties 2 à 4).

L'étude a été réalisée entre janvier 2006 et février 2007 par un consortium dirigé par la CES et la Social Development Agency (SDA), qui inclut Syndex, Wuppertal Institute et Iltas, et qui a bénéficié de la collaboration de Sindnova.

Les conclusions de l'étude apparaissent dans quatre parties :

- la partie 1 analyse les conséquences potentielles pour l'emploi du réchauffement climatique en Europe ;
- la partie 2 présente les objectifs, les hypothèses et la méthodologie du volet « *Impact des mesures de réduction des émissions* » ;
- la partie 3 analyse les impacts prévisibles des mesures de réduction des émissions sur l'emploi en Europe ;
- la partie 4 propose des recommandations générales (ou sectorielles) de mesures et de politiques pour promouvoir les impacts positifs et prévenir les impacts négatifs ;
- la partie conclusive discute les incertitudes et identifie les questions méritant des investigations ultérieures.

# Partie I

## Impact du changement climatique

### 1. Introduction

Ce rapport fait partie d'une étude plus large. Le projet Emploi et changement climatique en Europe se compose de deux parties principales. La première analyse les effets sur l'emploi des mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre. La seconde évalue les effets du changement climatique même sur l'activité économique et l'emploi. Ce dernier chapitre fait l'objet du présent rapport.

Le changement climatique est souvent décrit comme l'un des grands défis environnementaux auxquels l'humanité est actuellement confrontée (Watkiss *et al.* 2005, Van Lieshout, 2004, FoEE, 2005). D'un point de vue économique, le changement climatique constitue « *l'échec du marché le plus important et le plus vaste que nous ayons jamais vu* » (Stern, 2006). Les effets du changement climatique sur la société seront multiples. L'altération des conditions climatiques modifiera l'activité économique partout en Europe. D'autres facteurs influenceront certainement l'emploi et l'activité économique, et ces facteurs seront peut-être prédominants. Néanmoins, le changement des conditions climatiques aura des conséquences et pourrait soit neutraliser soit renforcer davantage l'impact d'autres facteurs. Cette étude a pour objectif d'isoler les autres éléments moteurs afin de mettre en exergue l'impact du changement climatique.

### 2. Méthodologie

Ce rapport s'intéresse à différentes activités sectorielles, à savoir l'agriculture, la foresterie, la pêche, le tourisme, la finance / assurance, la santé, les infrastructures et l'énergie. L'analyse repose sur deux sources d'information.

*Primo*, une analyse documentaire approfondie replace cette étude dans son contexte moderne. Elle permet d'avoir une vue d'ensemble des connaissances dans le domaine et de mieux comprendre les différents points de vue. Plusieurs documents, tels que des livres, des articles de presse revus par des spécialistes ou des publications électroniques non évaluées par des spécialistes, permettent d'explorer les discussions passées et présentes soulevées par le sujet. Leurs sources sont multiples : elles proviennent d'universités et de centres de recherche, d'organisations internationales, de gouvernements, de syndicats, du secteur privé et d'ONG.

Très peu de documents établissent directement un lien entre le changement climatique et son impact sur l'emploi. C'est pourquoi il faut déduire les tendances en matière d'emploi en se basant sur des études qui évaluent l'impact du changement climatique sur les activités économiques sectorielles. La plupart des études examinées présentent une approche sectorielle, bien que certaines évaluent les effets à l'échelle planétaire sur une base intersectorielle.



*Secundo*, cette information est complétée par une série d'entretiens avec des intervenants clés au niveau européen, en particulier dans les secteurs dont on croit qu'ils seront les plus affectés par le changement climatique (agriculture, foresterie, pêche, tourisme et finance / assurance). Les entretiens ont permis de recueillir des avis à propos des menaces rencontrées par ces activités sectorielles ou à propos de nouvelles opportunités que pourrait apporter un changement climatique. Les pouvoirs publics, les employeurs, les syndicats et les organisations environnementales non gouvernementales (ONG) ont été contactés afin de participer à des entretiens. Un processus interactif a permis aux personnes interrogées de commenter le premier jet de ce document. Par la présente, l'*Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud* (ISTAS, Institut syndical du travail, de l'environnement et de la santé) et l'équipe du projet tiennent à remercier cordialement toutes les personnes interrogées pour leur participation à cette étude. Ils remercient également les partenaires de l'étude et les membres du comité directeur chargé du projet pour leurs idées et leurs commentaires précieux.

Cette analyse s'attache à évaluer l'activité économique de premier ordre, et principalement les effets sur l'emploi. Bien que nous soyons conscients des répercussions et des mécanismes de redistribution sur l'ensemble de l'économie, leur évaluation détaillée dépasse le cadre de cette étude. Par « effets de premier ordre », on entend ceux qui sont directement influencés par le changement climatique. La raréfaction des précipitations, par exemple, pourrait réduire la productivité agricole et, par conséquent, l'emploi afférent (premier ordre). À son tour, cette baisse de productivité pourrait entraîner une augmentation des prix des produits agricoles et une diminution du bien-être des consommateurs, ce qui pourrait également avoir un impact sur l'emploi (second ordre). Les impacts de ce dernier type ne sont pas envisagés ici en détail.

Nous pouvons distinguer deux types d'impacts. *Primo*, le changement climatique affecte la valeur des actifs. Il s'agit, par exemple, de l'élévation du niveau de la mer qui modifie la valeur des

terrains côtiers. *Secundo*, le changement climatique modifie directement les revenus et l'emploi, en raison de l'évolution de la productivité, par exemple. Ces deux aspects sont envisagés dans l'étude.

Géographiquement, l'étude couvre l'Union européenne et se concentre principalement – mais non de manière exclusive – sur trois régions en particulier : la péninsule Ibérique, l'Allemagne et la Scandinavie. Ceci permet de couvrir largement les modèles climatiques, géographiques et socioéconomiques très divers qui existent en Europe.

Des mesures d'adaptation auront également un impact sur l'activité économique et l'emploi. Cependant, elles ne constituent pas le thème principal de cette étude.

### 3. Circonstances propres à l'Union européenne

L'organisation institutionnelle européenne est particulière puisque les États membres – 25 au moment de la rédaction du document – délèguent à des organismes indépendants qui représentent les intérêts de l'ensemble de l'Union et de ses citoyens la souveraineté dans certains domaines. La Commission européenne représente l'organe exécutif de l'Union.

La population de l'Europe des 25 atteignait au total 456,9 millions de personnes en 2004<sup>2</sup>. En rejoignant l'Union européenne en janvier 2007, la Bulgarie et la Roumanie la font passer à près de 500 millions d'habitants. La population respective de chaque État membre de l'Union européenne varie considérablement et fluctue entre 0,4 million (Malte) et 82,4 millions de personnes (Allemagne).

---

<sup>2</sup> Source : Eurostat.

### 3.1. Activité économique<sup>3</sup>

Ces dix dernières années, dans l'Union européenne des 25, le produit intérieur brut (PIB) a progressivement augmenté à un taux annuel moyen de 2,3 %. Le secteur des services représente près de la moitié de la valeur ajoutée brute. Bien que l'agriculture et la pêche, l'industrie et la construction aient toutes progressé en termes absolus, leur part totale a légèrement reculé. En 2002, le secteur agricole représentait 2,5 % du PIB de l'Europe des 25, le secteur de la construction 5,1 %, l'industrie (hormis la construction) 23 %, l'intermédiation financière (immobilier, location et activités commerciales) 20,8 %, les autres services (commerce de gros et de détail, réparation de véhicules motorisés, meubles et ustensiles ménagers, hôtels et restaurants, transport, entreposage et communication) 22,4 %, et l'administration publique et la défense (y compris la Sécurité sociale, la santé et l'enseignement) 20,8 %.

### 3.2. Emploi<sup>4</sup>

En 2004, dans l'Union européenne des 25, sur 377,5 millions de personnes âgées de 15 ans ou plus, 51 % (192,5 millions) avaient un emploi. La grande majorité de ces actifs (82 %) occupait un emploi à temps plein. 38,4 % étaient des travailleurs non manuels hautement qualifiés, 24,8 et 27,1 % respectivement étaient des travailleurs manuels peu qualifiés et qualifiés, alors que 9,7 % occupaient un emploi élémentaire.

Cette même année, le secteur agricole regroupait 5 % de la population active de l'Europe des 25, alors que l'industrie et les services marchands en employaient respectivement 27,9 % et 37,2 %. Le reste, soit 29,9 %, était représenté par les services non marchands. Cependant, ces chiffres masquent d'importantes disparités entre les pays européens. Plus d'un dixième de la population travaille dans l'agriculture en Grèce, Lettonie, Lituanie, Pologne, Portugal et Hongrie.

<sup>3</sup> Source : Eurostat.

<sup>4</sup> Source : Jouhette, 2005, et Eurostat.

L'extrême est constitué par la Roumanie, où près d'un tiers de la population active travaille dans le secteur agricole.

En 2004, le taux de chômage moyen était de 9,1 % dans l'Europe des 25. Il s'échelonnait de moins de 5 % au Danemark, en république d'Irlande, à Chypre, aux Pays-Bas, en Autriche et au Royaume-Uni à plus de 12 % en Pologne et en Slovaquie.

## 4. Climat passé et futur en Europe

Le climat européen présente d'importantes différences, avec une influence maritime à l'ouest et des caractéristiques continentales à l'est, dans l'Arctique au nord et en Méditerranée dans le sud. L'oscillation nord-atlantique influence la variabilité climatique interannuelle en Europe. On observe des étés doux et des hivers froids en Scandinavie, bien que les hivers soient relativement doux par rapport à la latitude, en raison de l'influence du Gulf Stream. En Europe centrale, les hivers et les étés sont doux. Autour de la mer Méditerranée, les étés sont chauds et secs, tandis que les hivers sont généralement doux et pluvieux, avec quelques exceptions comme le plateau espagnol, où les hivers sont relativement froids et secs.

### 4.1. Climat passé

Dans la majeure partie de l'Europe, la température de l'air en surface a augmenté au XX<sup>e</sup> siècle d'environ 0,95 °C en valeurs moyennes annuelles (Agence européenne de l'environnement, AEE, 2004). Cela signifie que l'Europe se réchauffe plus rapidement que la moyenne mondiale (0,7 °C). Il semble que l'Europe septentrionale et l'Europe centrale soient devenues plus humides, alors que le changement en termes de précipitations, observé dans le sud et le sud-est de l'Europe, est faible ou négatif (Parry, 2000 ; AEE, 2004). Les événements climatiques extrêmes tels que les



sécheresses, canicules et inondations ont progressé, alors que les épisodes de très grand froid ont diminué (AEE, 2004).

Le climat de la Terre varie naturellement au fil du temps. L'effet de serre provoqué par l'être humain, principalement en raison de la combustion des combustibles fossiles, se conjugue à la variabilité naturelle du climat. Aujourd'hui, pratiquement toute la communauté scientifique s'accorde à reconnaître que la plus grande part du réchauffement observé au cours des cinquante dernières années à peu près est imputable aux activités humaines (GIEC – groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat –, 2001). Les écosystèmes et les systèmes socioéconomiques devront faire face à un changement climatique à la fois anthropique et naturel.

L'ampleur du forçage anthropique sur le système climatique dépend des futurs scénarios socioéconomiques. Ces scénarios se basent fréquemment sur le *Rapport spécial sur les scénarios d'émissions* (SRES), publié par le GIEC.<sup>5</sup>

## 4.2. Climat futur

D'après les résultats du projet ACACIA<sup>6</sup> (Parry, 2000), un vaste projet de recherche sur les effets du changement climatique en Europe, qui implique plusieurs experts de premier plan, les températures annuelles en Europe se réchauffent à un rythme de 0,1 à 0,4 °C par décennie.<sup>7</sup> On s'attend à ce que le réchauffement le plus important intervienne dans le sud (Espagne, Italie et Grèce) et dans le nord-est de

l'Europe (Finlande, Russie occidentale) et à ce qu'il se fasse moins sentir sur la côte atlantique du continent. Par conséquent, les hivers qu'aujourd'hui on qualifie arbitrairement de froids pourraient se raréfier considérablement dans les deux prochaines décennies et avoir peut-être totalement disparu d'ici aux années 2080. En revanche, on pense que les étés chauds deviendront beaucoup plus fréquents. Bien que ce point ne soit pas explicitement quantifié dans le projet ACACIA, on considère comme très probable une augmentation de la fréquence et de l'intensité des canicules en été.

Sur le plan des précipitations, les modèles climatiques révèlent une augmentation importante des précipitations annuelles en Europe septentrionale (entre +1 et +2 % par décennie), une diminution relativement légère en Europe méridionale et des changements faibles ou ambigus en Europe centrale. L'étude prévoit également une augmentation probable de la fréquence des cas de précipitations intenses, surtout en hiver, ainsi qu'une augmentation des risques de sécheresse en été, en Europe centrale et méridionale. Ces conclusions vont dans le même sens que d'autres travaux de recherche (Kundzewicz *et al.*, 2006). En ce qui concerne l'élévation du niveau de la mer, on estime que d'ici aux années 2050, la différence fluctuera entre +13 et +68 centimètres, en fonction des scénarios théoriques<sup>8</sup>.

Toutefois, des découvertes récentes indiquent que les changements climatiques, notamment le réchauffement, pourraient être beaucoup plus importants que prévu. Un réchauffement plus intense augmenterait de manière significative la menace de processus irréversibles et de changements non linéaires et non marginaux. On pense en effet qu'il est possible qu'une augmentation de la température globale de l'air en surface de plus de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels – que l'on considère comme le seuil de ce qui est qualifié de « changement climatique dangereux » – sera dépassée à la fin du siècle, voire

<sup>5</sup> Pour plus d'informations sur les scénarios d'émissions du GIEC, voir Nakicenovic *et al.* 2000, *Rapport spécial sur les scénarios d'émissions*, <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission>, visité le 25 juillet 2006.

<sup>6</sup> A Concerted Action towards a comprehensive Climate Impacts and Adaptations assessment for the European Union, soit : « une action concertée pour une évaluation complète des impacts et adaptations climatiques dans l'Union européenne ».

<sup>7</sup> On s'attend à ce que le quatrième rapport d'évaluation du GIEC, qui doit être publié au début de l'année 2007, annonce une augmentation de la température de la planète de 2 à 4,5 °C d'ici à 2100, la valeur la plus probable étant 3 °C. Il semble également peu probable que le réchauffement reste inférieur à 1,5 °C et on ne peut exclure la possibilité de valeurs supérieures à 4,5 °C. (*El Pais*, 26 décembre 2006 ; *Sunday Telegraph*, 11 décembre 2006)

<sup>8</sup> On s'attend à ce que le quatrième rapport d'évaluation du GIEC annonce une élévation du niveau de la mer comprise entre 19 et 58 cm (en supposant qu'il n'y ait pas de perte soudaine d'importantes nappes glaciaires dans les pôles). (*El Pais*, 26 décembre 2006 ; *Sunday Telegraph*, 11 décembre 2006).



dès 2035, si l'on ne prend pas de mesures draconiennes pour atténuer les changements climatiques (Stern, 2006).

À titre d'illustration de ce que l'on entend par changements non marginaux, le changement climatique provoque actuellement une déstabilisation des nappes glaciaires terrestres. Une série d'études récentes font état d'une fonte fortement non linéaire des masses glaciaires, processus qui intervient à un rythme beaucoup plus rapide que ce qu'on prévoyait naguère (Kerr, 2006). L'inlandsis groenlandais fond plus rapidement qu'il y a quelques années. En se basant sur des mesures par satellite, Murray (2006) peut en effet démontrer que, ces quatre dernières années, l'inlandsis groenlandais a contribué à un rythme accéléré à l'élévation du niveau de la mer. Murray estime que le volume d'eau douce qui s'écoule dans la mer chaque année depuis l'inlandsis groenlandais représente l'équivalent de 250 km<sup>3</sup>. Des preuves paléoclimatologiques révèlent qu'en déstabilisant la nappe glaciaire groenlandaise et certaines parties de la nappe glaciaire antarctique, le réchauffement prévu pourrait provoquer une élévation du niveau de la mer de plusieurs mètres d'ici à l'année 2100 (Overpeck *et al.*, 2006). Ce chiffre dépasse de loin ce que les études d'impact du changement climatique supposent généralement.

## 5. Effets sectoriels du changement climatique

Ce chapitre présente les effets potentiels du changement climatique sur différentes activités sectorielles, sur la base d'informations provenant aussi bien de l'analyse de documents que d'entretiens avec des intervenants sélectionnés.

Les effets potentiels du changement climatique sont très divers. Ils modifieront probablement des éléments vitaux essentiels, comme les aliments, l'eau, la santé, l'utilisation des terres et

l'environnement, et ils seront d'autant plus dommageables que le réchauffement se fera sentir davantage (Stern, 2006). Ce chapitre en présente une liste non exhaustive. Leurs implications socioéconomiques potentielles de premier ordre sont également dépeintes dans le contexte européen.

### 5.1. Généralités

Une élévation modérée (1 °C) de la température moyenne globale en surface aboutirait à des effets à la fois positifs et négatifs en fonction des régions et de l'activité, avec probablement des conséquences économiques globales relativement bénéfiques dans l'ensemble de l'Union européenne (Tol, 2002). De même, Roson (2003) conclut que dans le cas d'un changement modeste des conditions climatiques, certaines productions industrielles augmenteraient dans l'Union européenne alors que d'autres diminueraient, ce qui met en évidence d'importants effets de redistribution intersectorielle. Toutefois, de récentes découvertes semblent indiquer que les scénarios basés sur des changements faibles et graduels sont de moins en moins probables, étant donné que la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère continue à progresser.

Il semble qu'un consensus soit en train de se former (Mendelsohn *et al.*, 2000 ; Watkiss *et al.*, 2005), selon lequel une élévation de la température moyenne globale de plus de 2 °C serait préjudiciable à la grande majorité des marchés dans le monde. Les produits et services non marchands seront probablement affectés de manière analogue par un tel scénario. De plus, les risques de perturbations massives et irréversibles du système, comme l'affaiblissement de la circulation thermohaline atlantique, le renversement des puits de carbone terrestres ou la déstabilisation éventuelle de la couche glaciaire antarctique, augmentent lorsque la variation de température dépasse 3 °C (Watkiss *et al.*, 2005).

Une étude récente (Hansen *et al.*, 2006) suggère que le seuil d'élévation de la température du globe vers ce que l'on appelle une « interférence



anthropique dangereuse pour le climat » pourrait être inférieur à 2 °C. En effet, ils suggèrent que 1 °C de plus par rapport aux niveaux de l'année 2000 est un point critique. Ce chiffre correspond à peu près à l'objectif de l'Union européenne qui vise à ne pas dépasser un réchauffement de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels. Les tendances actuelles indiquent, toutefois, que ce seuil pourrait être dépassé d'ici à 2050, voire plus tôt (AEE, 2004 ; Stern, 2006).

L'étude menée par Stern en 2006 estime que le changement climatique aura un impact économique significatif au niveau mondial. Au cours des deux prochains siècles, il pourrait en effet correspondre à l'équivalent d'une diminution moyenne d'au moins 5 % de la consommation globale par habitant. Si l'on tient compte d'un ensemble de risques et d'impacts plus large (impacts non marchands, amplification des réactions du système climatique, charge climatique inégale), les dommages estimés pourraient grimper à 20 % du PIB, voire plus. Les effets auraient l'ampleur de ceux associés aux deux guerres mondiales et à la grande dépression économique de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle (Stern, 2006).

Une étude controversée réalisée par Link *et al.*, en 2004, évalue l'impact économique du ralentissement, voire de l'effondrement complet de la thermohaline. Les régions directement affectées par une modification de ce courant marin particulier sont actuellement les plus puissantes sur le plan économique (États-Unis, Canada et Europe occidentale). Les auteurs révèlent qu'un tel scénario n'impliquerait pas le refroidissement absolu de la température moyenne annuelle en Europe occidentale mais atténuerait plutôt le réchauffement dû au changement climatique. Les auteurs suggèrent par conséquent qu'un effondrement de la circulation thermohaline limiterait les effets néfastes, marchands et non marchands, du changement climatique et serait en fin de compte bénéfique sur le plan économique.

Toutefois, ils soulignent également les nombreuses faiblesses de leur approche. L'hypothèse d'une réponse graduelle contraste avec le point de vue de Clark *et al.* (2002), qui démontrent le rapport entre la circulation

thermohaline et un changement climatique brutal dans le passé.

Certaines études analysées, comme celle de Link *et al.*, reposent sur des évaluations économiques nettement fondées sur les coûts et bénéfices qui, en raison même de leur nature, ne décrivent que de manière limitée les implications d'un changement climatique. Il faut interpréter avec prudence les résultats de telles approches, étant donné qu'elles impliquent intrinsèquement des hypothèses techniques réductrices, ainsi que des jugements subjectifs. Le changement climatique est un processus extrêmement complexe qui modifie des systèmes naturels et socioéconomiques tout aussi complexes et étroitement liés. Une modélisation de ces effets considérables, répartis sur plusieurs décennies, est un exercice extrêmement périlleux. Bien que des analyses économiques normatives puissent éclairer dans certaines conditions des questions moins capitales et plus à court terme, certains auteurs (Toman, 2006, par exemple) contestent leur représentativité des processus complexes tels que le changement climatique. En général, les études d'impact évaluent uniquement les réactions moyennes et graduelles au forçage climatique et rarement celles liées à des changements de la variabilité et au risque de non-linéarité. Elles tiennent compte encore plus rarement des changements brutaux (OCDE, 2006) et du caractère irréversible. Par ailleurs, en supposant une forte comparabilité (Martinez-Alier *et al.*, 1998), les analyses économiques normatives tiennent compte des compensations entre le changement climatique et les valeurs économiques et supposent que ces compensations sont « *matériellement possibles et socialement acceptables* » (Toman, 2006), tant dans le temps que dans l'espace. Il est toutefois admis que ces évaluations contribuent au débat sur les impacts du changement climatique. Pourtant, il est de la plus haute importance de comprendre leurs limites et leurs hypothèses fondamentales.

Le projet de recherche Externe<sup>9</sup> cherche à quantifier les coûts externes de la production électrique, notamment le poids du combustible

---

<sup>9</sup> Pour plus d'informations, voir : <http://externe.jrc.es/>, visité le 6 octobre 2006.

fossile sur le changement climatique dans certains pays européens, en s'appuyant sur des techniques de préférences exprimées. Par coûts externes, on entend les coûts qui sont imposés à la société et à l'environnement et ne sont pas compris dans les prix du marché. Les résultats mettent en évidence l'impact potentiellement très important du changement climatique, ces coûts externes représentant par exemple plusieurs centaines de millions d'euros par an en Espagne et plusieurs milliards en Allemagne.

### Répartition régionale

Les estimations globales masquent des disparités locales. Bien qu'aucune région ne soit à l'abri, les effets d'un changement climatique ne seront probablement pas identiques pour tous les pays et régions (Stern, 2006). Même si le changement climatique affectera surtout le monde en développement, les pays industrialisés ne seront certainement pas préservés (Stern, 2006). Mendelsohn *et al.* (2000) montrent ainsi que les préjudices subis par les marchés devraient être plus importants en Europe occidentale, dans l'ex-URSS et en Asie. Ils affirment également que les conditions climatiques antérieures au réchauffement constituent un facteur de vulnérabilité important. D'après ces auteurs, des secteurs sensibles au climat ont un rapport « en forme de colline » avec la température absolue. Par conséquent, il y a théoriquement une température optimale à laquelle le bien-être dans un secteur donné est optimisé. Cela implique que les fermiers des régions plus froides pourraient bénéficier du réchauffement. Pour les fermiers des régions chaudes, en revanche, une élévation supplémentaire de la température serait préjudiciable. En réalité, la nature de l'influence thermique pourrait être plus complexe, car elle implique d'autres paramètres tels que les mécanismes du marché ou l'existence d'alternatives disponibles, pour n'en citer que quelques-uns. De plus, le réchauffement pourrait provoquer des changements soudains dans les systèmes climatiques régionaux (Stern, 2006).

Darwin *et al.* (1995) affirment qu'un changement climatique aboutira à une transformation significative de l'utilisation des terres, ce qui

pourrait générer des problèmes sociaux et environnementaux supplémentaires. Ils soulignent également le fait que certaines communautés rurales pourraient être contraintes d'abandonner des activités agricoles spécifiques, le changement climatique ayant modifié leur viabilité économique.

La vulnérabilité au changement climatique ne dépend pas seulement de la température et varie considérablement d'une région à l'autre. Le projet Wise (1999) révèle que l'on prévoit une baisse de la pluviosité en Europe méridionale tout au long de l'année. Paradoxalement, on s'attend à une augmentation des pluies de forte intensité dans cette région. De plus, l'analyse montre qu'il faudra s'attendre, chaque année, à plusieurs mois de sécheresse en été dans la plus grande partie de la région méditerranéenne et dans le sud de la France. Dans certaines régions au sud et dans le centre de l'Espagne, les sécheresses pourraient occasionnellement persister tout au long de l'année.

En Espagne, la stabilité et la durabilité de la production agricole dépendent fortement des précipitations. On pense qu'un changement climatique exacerbera davantage les problèmes de pénurie d'eau dans le secteur. Le tourisme joue lui aussi un rôle crucial dans l'économie espagnole. Le secteur emploie plus de 2 millions de travailleurs, ce qui représente environ 12,5 % de l'emploi total du pays. En raison de sa forte dépendance vis-à-vis d'autres secteurs, tels que l'agriculture, l'industrie et les services, des changements dans le secteur touristique auraient des conséquences très importantes sur l'économie espagnole. De plus, de nouveaux conflits pourraient éclater avec d'autres secteurs d'activités à propos des ressources, par exemple, l'eau.

Des effets tant positifs que négatifs pourraient résulter d'un changement climatique modéré en Allemagne. Il ne faut pas s'attendre à des changements significatifs dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie au niveau national. L'Allemagne – et l'Europe centrale en général – sont sensibles aux événements climatologiques extrêmes, en particulier aux inondations (Kemfert, 2004 ; BMU, 2001). Les stations balnéaires pourraient bénéficier d'un





réchauffement du globe, tandis que les stations d'hiver souffriraient de conditions d'enneigement médiocres.

Pashkevich (2004) prévoit que les impacts du changement climatique dans les régions arctiques seront « *importants et rapides* ». Le nord de l'Europe se caractérise par un niveau de développement socioéconomique très contrasté entre les régions. Étant donné qu'une part considérable des revenus provient des industries du secteur primaire, sensibles au climat, comme l'agriculture, la foresterie et la pêche, ces populations sont vulnérables. De plus, en raison de la faible diversification économique, les alternatives en termes d'emploi peuvent s'avérer peu nombreuses dans ces régions. Au niveau national, certains secteurs pourraient tirer avantage d'un réchauffement modéré du globe (la Norvège, par exemple). Là où des effets négatifs pourraient se faire sentir, on pense généralement que la relativement grande capacité d'adaptation des pays d'Europe septentrionale leur permettrait de s'adapter au niveau national (O'Brien *et al.*, 2006).

## 5.2. Agriculture, foresterie, pêche

L'Europe joue un rôle prédominant dans la production alimentaire mondiale. Bien que la contribution de l'agriculture au PIB européen ne représente que 2,6 %, le secteur emploie environ 5 % de la totalité des travailleurs. Les produits de l'agriculture, de la foresterie et de la pêche sont très sensibles au climat. La productivité agricole n'a cessé d'augmenter en Europe au cours des dernières décennies, principalement en raison des progrès technologiques, et le changement climatique n'a joué qu'un rôle marginal jusqu'à présent. Néanmoins, le changement climatique modifiera la productivité du sol. Ce qui, à son tour, entraînera une redistribution des ressources et, par conséquent, des changements de prix des produits agricoles de base. En supposant qu'il n'y ait pas d'impacts brutaux, l'économie dans son ensemble pourrait ne pas être directement menacée par ces changements. Toutefois, les effets

socioéconomiques locaux pourraient être considérables.

### Agriculture

L'agriculture est le secteur qui a été de loin le plus étudié sur le plan de l'impact du changement climatique. D'après des estimations modélisées, le secteur agricole européen pourrait tirer avantage d'un réchauffement modéré (élévation moyenne globale de la température inférieure à 2 °C) dans les pays de haute latitude<sup>10</sup>. De même, l'Agence européenne pour l'environnement (AEE, 2004) s'attend à un impact positif du changement climatique sur la majeure partie de l'Europe, par exemple dans le nord de l'Espagne, le sud de la France, en Italie, en Grèce et en Scandinavie, et prévoit une expansion des zones cultivées vers le nord. Nordhaus *et al.* (2000) démontrent que les activités agricoles dans des pays où le climat était initialement plus froid pourraient bénéficier du réchauffement planétaire. Cet impact positif est dû principalement à trois raisons (ministère suédois du Développement durable, 2005).

*Primo*, l'augmentation de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère pourrait améliorer la croissance des végétaux en favorisant la photosynthèse. Toutefois, cet élément fait encore l'objet de nombreux débats, étant donné que cette hypothèse résulte d'expériences et reste difficile à extrapoler sur le terrain (Easterling *et al.*, 2005). En effet, des travaux de recherche récents (Long *et al.*, 2006) ont démontré qu'une stimulation des rendements agricoles par l'augmentation des concentrations de CO<sub>2</sub> sera beaucoup plus faible que ce que laissait supposer une simulation modélisée. Ces résultats sont à prendre en considération, étant donné que de nombreuses études mondiales consacrées à l'impact du changement climatique sur l'agriculture supposent une amélioration significative de la croissance des végétaux en raison de l'augmentation du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Ces résultats remettent donc en question l'hypothèse selon laquelle des niveaux de CO<sub>2</sub> plus élevés compenseront les effets

---

<sup>10</sup> Mendelsohn *et al.*, 2000 ; Watkiss *et al.*, 2005 ; Wise, 1999 ; Parry *et al.*, 1999 ; Stern, 2006

négatifs du changement climatique. En outre, d'autres facteurs limitatifs, tels que la disponibilité de l'eau ou des nutriments, sont susceptibles d'entraver l'effet potentiellement positif sur la photosynthèse.

*Secundo*, la saison de croissance devient plus longue dans certaines régions, en raison du réchauffement.

*Tertio*, des températures plus élevées améliorent la décomposition des matières organiques mortes et, par conséquent, la dissémination des nutriments, ce qui actuellement limite fortement la croissance de certains végétaux. Toutefois, le changement climatique modifiera différemment les espèces. Cet effet pourrait créer des déséquilibres dans les écosystèmes et éventuellement menacer des espèces moins favorisées par le changement des conditions climatiques.

En revanche, des pays au climat plus chaud seront désavantagés. Les problèmes de pénurie d'eau pourraient s'amplifier, en particulier dans le sud du Portugal et de l'Espagne et en Ukraine (AEE, 2004, et Kundzewicz *et al.*, 2006). Une élévation de 2 °C de la température de la planète pourrait entraîner une diminution de 20 % de l'eau disponible pour les cultures en Europe méridionale (Stern, 2006). On s'attend en général à ce que les rendements diminuent dans la région méditerranéenne. La chaleur excessive aura tendance à raccourcir la saison de croissance aux basses latitudes (Parry *et al.*, 1999). Pendant la vague de chaleur extrême de 2003, par exemple, les rendements en Europe ont diminué jusqu'à 30 %. La sécheresse de 1999 a également généré des pertes de plus de 3 milliards d'euros en Espagne (AEE, 2004). Des événements climatiques extrêmes seront également préjudiciables en raison de risques accrus d'agression thermique pendant la saison de floraison, de jours de pluie pendant les périodes de semis, de pluies de plus forte intensité et de périodes de sécheresse plus longues. On s'attend à ce que ces effets se fassent sentir davantage dans le nord de la Méditerranée et en Afrique du Nord. Il est intéressant de mentionner à ce sujet que, dans le sud-est de l'Europe, environ 40 % de la population vit dans des régions rurales et est

fortement tributaire de l'agriculture (Olesen *et al.*, 2002). C'est pourquoi l'impact sur l'emploi pourrait y être significatif. De plus, l'augmentation de la consommation d'eau par les cultures entraînera une forte diminution de l'eau dans le sol.

Le projet de Modélisation des impacts des extrêmes climatiques (Mice, 2005) a révélé que l'élévation de température prévue par les scénarios A2 et B2 du SRES, qui supposent différents modèles de développement socioéconomique, entraîne un démarrage plus précoce des principaux stades de développement et un raccourcissement de la saison de croissance des deux types de récoltes étudiés, le tournesol (généralement récolté en été dans la région méditerranéenne) et le blé (généralement récolté en hiver dans la région méditerranéenne). Dans le cas du scénario A2, on constate un impact négatif majeur sur les cultures d'été dans les régions méridionales des pays méditerranéens. Cependant, d'autres modèles indiquent que le rendement de la pomme de terre est influencé négativement par la chaleur en été, tant en Allemagne qu'au Royaume-Uni (Wise, 1999). Il faut également souligner qu'une chaleur excessive occasionnelle pourrait neutraliser le bénéfice potentiel d'un réchauffement modéré. En effet, comme le démontrent Ciais *et al.* (2005), les conditions climatiques extrêmes que l'on a connues en 2003 ont considérablement affecté la productivité primaire brute (20 % de moins que la moyenne 1960-1990) en Europe, les récoltes d'été ayant été beaucoup plus touchées que les récoltes d'hiver.

En bref, le changement climatique est susceptible d'accroître encore la tendance déjà existante à une intensification de l'agriculture en Europe septentrionale et occidentale, ainsi que le déclin des régions méditerranéennes et du sud-est de l'Europe (Olesen *et al.*, 2002). De nouvelles opportunités pourraient voir le jour. En effet, un changement climatique pourrait permettre la culture de nouvelles espèces de végétaux, dans des régions où les conditions climatiques ne le permettaient pas jusque-là (Jacob, 2005). Des variétés inhabituelles, comme les tournesols ou même les vignes, pourraient



bénéficier de conditions favorables dans les régions septentrionales. Toutefois, les points de vue optimistes quant à un impact positif potentiel du changement climatique supposent souvent une excellente capacité d'adaptation. Le degré d'adaptation dépend de nombreux facteurs, tels que la technologie disponible, la structure et l'organisation du marché, par exemple. De même, on suppose souvent que de nombreuses terres situées aux latitudes plus hautes deviendront disponibles pour la production agricole. Mais souvent, on ignore ou sous-évalue les coûts de transition et les mouvements de population que cela nécessiterait (Stern, 2006).

Il est évident qu'une augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes, comme les canicules, les tempêtes, inondations, sécheresses et grêles, aurait aussi un impact négatif sur la productivité agricole. On affirme souvent que l'augmentation de la variabilité climatique qui accompagne les changements planétaires aurait en fait un impact plus important que le changement climatique moyen seul (Easterling *et al.*, 2005). Par conséquent, il est extrêmement difficile de faire la distinction entre la variabilité naturelle du climat et la variabilité supplémentaire due au changement climatique. Néanmoins, des études récentes montrent des relations régionales non linéaires entre les extrêmes climatiques et les températures moyennes annuelles en Europe. Par exemple, il semble qu'il y ait une relation positive manifeste entre la durée de la sécheresse et la température moyenne annuelle (Good, 2006).

En ce qui concerne le bétail, l'impact du changement climatique est double : il est direct en raison de la modification de la physiologie des animaux de ferme et indirect en raison du changement des aliments disponibles (Easterling *et al.*, 2005). Une élévation de la température au-dessus d'un certain seuil peut avoir un effet négatif sur la digestion, ainsi que sur le temps passé au pré (Ministère espagnol de l'Environnement, 2006). Darwin *et al.* (2005) font observer qu'en raison d'une diminution de la capacité de transformation des aliments due à de fortes températures, la prise de poids des

animaux et la production laitière diminueraient pendant les mois d'été dans les régions relativement chaudes. De même, Klinedinst *et al.* (1993) concluent à une perte relativement limitée de la production laitière en Europe, en raison du réchauffement planétaire. Dans les régions relativement froides, en revanche, on s'attend à ce que le bétail en pâture se comporte mieux en raison de l'augmentation du fourrage. Klinedinst *et al.* (1993) affirment que les pertes économiques dues à une baisse substantielle du taux de conception (jusqu'à 30 %) dans de nombreuses régions et, en particulier, en Europe méridionale, suite au réchauffement planétaire, pourraient être plus importantes que les pertes provoquées par une baisse de la production laitière.

En général, les études examinées concluent que les effets économiques du changement climatique sur l'agriculture sont relativement faibles au niveau planétaire et représentent 1 % du PIB ou moins (Bosello *et al.*, 2005 ; Darwin *et al.*, 1995 ; Easterling *et al.*, 2005). Toutefois, il n'y a pas de consensus quant à l'orientation de cet effet (positive ou négative), qui dépend fortement de l'ampleur du réchauffement.

Dans le cas du scénario basé sur l'impact d'un changement climatique important (dans l'hypothèse d'une grande vulnérabilité des récoltes au changement climatique), Deke *et al.* (2001) révèlent que l'Europe occidentale pourrait voir son avantage comparatif augmenter par rapport à d'autres régions du monde. Ceci s'explique par le fait que la redistribution des ressources et la réaction du marché pourraient être suffisamment fortes pour compenser l'impact négatif sur la productivité. Toutefois, ils démontrent également qu'en raison des coûts d'adaptation, d'autres secteurs d'activité accuseraient une baisse de production, ce qui aboutirait à une relative perte générale de bien-être.

Pendant les entretiens que nous avons menés, les étés plus chauds, les sécheresses et les pénuries d'eau, ainsi que les événements climatiques extrêmes tels que les tempêtes et les inondations, étaient considérés comme les effets potentiels d'un changement climatique les plus dangereux pour l'agriculture et la foresterie en

Europe. Cependant, comme l'a souligné l'une des personnes interrogées, les effets du changement climatique en Europe ne sont pas les seuls à influencer l'agriculture européenne, c'est aussi le cas des impacts subis par d'autres régions du monde. En effet, en raison de l'interconnexion des marchés, le changement des conditions climatiques en dehors de l'Europe pourrait modifier le commerce international et, par conséquent, affecter directement les activités agricoles européennes. Par exemple, une part importante des graines de soja utilisées dans l'alimentation pour bétail provient actuellement de pays situés en dehors de l'Europe des 25 (principalement les États-Unis et le Brésil). Dès lors, un changement climatique dans ces régions pourrait avoir un impact significatif sur les activités agricoles européennes et sur les marchés européens. En ce qui concerne l'emploi, on s'attend à ce que l'impact d'un changement climatique soit relativement neutre, et l'on considère qu'il pourrait être légèrement négatif au niveau planétaire. Les régions qui connaissent une pénurie d'eau sont probablement les plus vulnérables à un changement climatique sur le plan de la productivité agricole. C'est le cas notamment des régions méditerranéennes en général et des îles grecques, de la Sicile, de certaines régions d'Espagne et du Portugal, en particulier. On s'attend à ce que le changement climatique ait des effets à long terme sur la composition des cultures, avec par exemple le remplacement progressif éventuel du maïs par le sorgho, étant donné que celui-ci a besoin de moins d'eau et résiste mieux à la chaleur. De nouvelles opportunités d'emploi pourraient voir le jour, notamment dans le secteur émergent des biocarburants. Encourager les biocarburants n'est pas seulement considéré comme un outil d'atténuation du changement climatique : ces derniers pourraient aussi avoir un impact social positif en favorisant le développement rural. En ce qui concerne les mesures d'adaptation, l'une des personnes interrogées a suggéré l'instauration d'un fonds de solidarité, qui permettrait de faire face à des dommages fréquents mais relativement bénins provoqués par des événements liés au climat, étant donné que, en général, les institutions nationales et

internationales ne couvrent que les dommages importants. Enfin, on considère que les informations sont cruciales pour permettre aux acteurs locaux de comprendre les enjeux potentiels et d'élaborer en conséquence des mesures d'adaptation appropriées.

### Foresterie

Lorsque l'on envisage l'adaptation à de nouvelles conditions climatiques, il faut garder à l'esprit le fait que la foresterie a besoin d'un temps d'adaptation relativement long. Dès lors, les conséquences pourraient se faire sentir pendant plus longtemps que pour d'autres écosystèmes qui réagissent plus rapidement, comme l'agriculture. Cependant, on peut s'attendre à des tendances identiques à celles des produits agricoles. Par conséquent, dans le cas d'un réchauffement modéré et graduel, on prévoit généralement une augmentation de la production de la biomasse (Sohngen *et al.*, 2001), mais surtout aux plus hautes latitudes. Cependant, des changements dans les précipitations et les extrêmes climatiques pourraient entraver l'amélioration de la croissance. En effet, Schlyter *et al.* (2006) affirment qu'il faut s'attendre à une augmentation de la fréquence et de la durée des événements climatiques extrêmes, comme les sécheresses en été. Ces effets pourraient rendre les arbres plus sensibles à d'autres problèmes tels que de nouveaux parasites et maladies. Un changement climatique pourrait favoriser les attaques d'insectes et de champignons (ministère suédois du Développement durable, 2005 ; Garcia *et al.*, 2005). En général, on ne prévoit pas un impact significatif sur la foresterie (Nordhaus *et al.*, 2000). Néanmoins, les conséquences économiques du changement climatique pourraient être considérables au niveau local, notamment parce que l'on s'attend à une augmentation du nombre d'arbres abattus par le vent (Schlyter *et al.*, 2006). Il faut anticiper d'importantes évolutions locales en termes d'emploi en raison du caractère régional de la sylviculture (Garcia *et al.*, 2005).

La limite des arbres feuillus sera repoussée vers le nord et à des altitudes plus élevées (Lundmark *et al.*, 2005). Une croissance plus rapide pourrait





entraîner une baisse de la qualité du bois. De plus, un départ de croissance plus précoce au printemps pourrait augmenter les risques de dommages causés par le gel. Même si les précipitations devraient généralement augmenter au niveau local – et en particulier dans le sud de la Suède –, la croissance pourrait être entravée par la pénurie d'eau (ministère suédois du Développement durable, 2005).

Une élévation de la température conjuguée à une diminution des précipitations pendant les mois d'été pourrait favoriser les risques d'incendie, une source de préoccupation majeure, surtout dans les régions méditerranéennes. On connaît bien la relation entre les conditions climatiques et la fréquence des incendies. En été, des températures élevées, l'humidité atmosphérique faible et le peu d'humidité du combustible sont des conditions favorables aux incendies de forêts. Un changement des conditions climatiques pourrait donc influencer la fréquence et l'ampleur de ces incendies. D'après Piñol *et al.* (1998), le nombre d'incendies, ainsi que leur ampleur, a augmenté de manière significative entre 1968 et 1994, dans la région située entre Barcelone et Valence, sur la côte méditerranéenne, malgré des efforts accrus pour lutter contre les incendies. Ils démontrent de manière empirique la corrélation entre le risque d'incendies de forêts et les conditions climatiques. En Italie, l'augmentation de la pluviosité au printemps améliorera la croissance de l'herbe et d'autres végétaux et favorisera par conséquent les incendies qui éclatent en été (Wise, 1999). De même, Moriondo *et al.* (2006) ont conclu à une augmentation générale du risque d'incendie dans les pays méditerranéens de l'Union européenne, avec peut-être un impact considérable dans les régions où la couverture forestière est importante.

À l'inverse de certaines des études mentionnées ci-dessus, les personnes interrogées s'attendent généralement à ce que le solde net des effets du changement climatique soit négatif en ce qui concerne la croissance des végétaux. Fait intéressant, l'effet de fertilisation potentiel dû à une forte concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, une hypothèse avancée dans de nombreuses études analysées, ne convainc pas

les intervenants sectoriels. Ils affirment que l'effet positif observé lors d'expériences sera entravé par d'autres facteurs sur le terrain. On considère que l'apparition possible de maladies atypiques est l'une des principales menaces auxquelles les forêts sont exposées en raison du changement climatique. Sur le plan de la productivité, l'effet positif d'une saison de croissance plus longue pourrait être neutralisé par le fait que, certaines essences ne pouvant être récoltées qu'en hiver, le manque de neige et de gel pourrait rendre ces forêts difficiles à gérer. Le changement de la longueur des saisons pourrait à son tour influencer le nombre de travailleurs saisonniers et temporaires. De plus, après des catastrophes naturelles, la charge de travail nécessaire pour dégager le bois pourrait soudain augmenter de manière significative pendant une courte période de temps. On estime que le changement des essences destinées à l'exploitation commerciale se fera par des changements spontanés et lents, peu susceptibles d'être détectables sur le plan économique.

### Pêche

La température de l'eau et la concentration en sel, deux aspects influencés par le changement climatique, sont des éléments essentiels à la survie, à la reproduction et à la croissance des poissons (Rose, 2005). Il faut s'attendre à un déplacement des espèces de poissons (voir par exemple Drinkwater, 2005). D'après le ministère suédois du Développement durable (2005), une température de l'eau plus élevée pourrait avoir des effets négatifs sur la reproduction du saumon et de la truite, alors qu'elle pourrait au contraire favoriser la croissance des espèces d'eau chaude, comme le brochet, la perche et la carpe. Engelhard *et al.* (2006) concluent également que la reproduction du hareng pourrait être influencée par les conditions climatiques. On considère que l'industrie de la pêche en mer Baltique est la plus vulnérable aux

Tableau I.1. : Effets potentiels du changement climatique sur l'activité économique et l'emploi dans les secteurs de l'agriculture, de la foresterie et de la pêche

Situation géographique	Principaux facteurs climatiques	Effets potentiels prévisibles sur l'activité économique et l'emploi	Niveau de confiance	Remarque
Régions de moyenne et haute latitudes	Élévation de la température, forte concentration de CO <sub>2</sub> dans l'atmosphère	Impact positif sur la productivité agricole. <i>Impact positif sur l'emploi total.</i>	Moyen/ élevé	Le niveau de réchauffement doit rester modéré. La hausse de productivité pourrait être entravée par d'autres facteurs (eau, nutriments, etc.) Grande incertitude en ce qui concerne l'effet de fertilisation en raison d'un CO <sub>2</sub> élevé
Europe méridionale, région méditerranéenne	Élévation de la température, sécheresses	Impact négatif sur la productivité agricole. <i>Impact négatif sur l'emploi au niveau local.</i>	Moyen	
Europe méridionale	Élévation de la température	Impact négatif sur la productivité du bétail. <i>Impact négatif sur l'emploi au niveau local.</i>	Faible	L'agression thermique pourrait provoquer des changements physiologiques.
Régions méditerranéennes	Risque plus élevé d'incendies en raison d'une élévation de la température, de la sécheresse	Impact négatif sur la productivité de la foresterie. <i>Impact négatif sur l'emploi au niveau local.</i>	Moyen	
Général	Augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes	Impact négatif sur la productivité de l'agriculture et de la foresterie. <i>Impact négatif sur l'emploi.</i>	Moyen/ Faible	
Communautés de pêcheurs (Islande, mer Baltique, côtes espagnoles et portugaises notamment)	Changements de la température en surface de la mer, du régime éolien, du ruissellement de l'eau, de la fonte des glaces ou des courants marins	Impact négatif sur la productivité de la pêche. <i>Impact négatif et peut-être significatif sur l'emploi au niveau local.</i>	Faible	



changements. Le ministère espagnol de l'Environnement (ministère espagnol de l'Environnement, 2006) s'attend à une baisse de productivité dans les eaux espagnoles. Les changements affecteront la plupart des organismes marins, depuis les planctons jusqu'aux algues et poissons. De même, on pense que, dans le futur, le changement climatique pourrait affecter la répartition des poissons au large de la côte portugaise (Sousa Reis, 2002). Ces dernières années, d'importants changements ont été observés dans le développement du phytoplancton et des zooplanctons. Il y a eu une migration vers le nord de certaines espèces de zooplanctons dans les eaux européennes, sur une distance allant jusqu'à 1 000 km, ainsi qu'une augmentation des espèces d'eau tiède et chaude en mer du Nord (AEE, 2004). En général, la biodiversité marine diminue – le changement des conditions climatiques en est l'un des éléments moteurs –, ce qui entrave la capacité de l'océan à fournir de la nourriture (Worm *et al.*, 2006). Les niveaux de CO<sub>2</sub> plus élevés dans l'atmosphère entraînent une acidification de l'océan, ce qui a des conséquences majeures sur les écosystèmes marins et des conséquences négatives possibles sur les stocks de poissons (Stern, 2006). Si, comme certains indices le suggèrent, le changement climatique modifie la circulation thermohaline, il aurait des conséquences importantes et impossibles à appréhender sur le milieu biologique marin et, par conséquent, sur la pêche.

La pêche joue un rôle marginal en Europe au niveau macroéconomique, à l'exception de l'Islande, où l'on estime que la pêche en mer contribue à environ 15 % du PIB pour ce qui est des ventes directes de poisson et à 35 à 40 % du PIB pour ce qui est des activités économiques qui en dépendent indirectement (Parry, 2000). Certaines communautés, au Portugal par exemple, ont une forte tradition de pêche. En 2002-2003, quelque 421 000 personnes dans l'Union européenne travaillaient dans ce secteur. Le nombre de pêcheurs a diminué de 4 à 5 % par an depuis 1996-1997 (Salz *et al.*, 2006), mais ce n'est pratiquement pas dû au changement climatique.

Bien que, dans l'hypothèse d'un réchauffement modéré et graduel (Nordhaus *et al.*, 2000), l'impact sur la pêche puisse être faible au niveau mondial, les conséquences socioéconomiques au niveau local pourraient être importantes, en raison d'une redistribution géographique des stocks de poisson (Mendelsohn *et al.*, 2006). En effet, dans certaines régions, le taux de dépendance en termes d'emploi dépasse 2 %. Ces régions se situent principalement dans le bassin méditerranéen et sur la côte atlantique, en Grèce (Ionie, Nisia, Sterea Ellada, Voreio Aigaio, Notio Aigaio), en Espagne (Galice, Ceuta) et au Portugal (Algarve, Açores), mais aussi en mer du Nord (nord-est de l'Écosse)<sup>11</sup>.

Jusqu'à présent, on s'est peu ou pas du tout préoccupé de l'impact du changement climatique sur l'emploi dans le secteur. Dans le rapport publié récemment par la Commission européenne à propos de la pêche et de l'emploi, Salz *et al.* (2006) énumèrent les principaux problèmes auxquels l'industrie de la pêche est confrontée : augmentation des coûts de carburant, manque de personnel, limitation des quotas et effort de pêche. Ils ne mentionnent pas les problèmes liés au changement climatique. Il est probable que ceci illustre le fait que la pêche est actuellement confrontée à des problèmes à court terme beaucoup plus préoccupants que ceux posés par le changement climatique, par exemple, l'impact d'une surpêche chronique.

L'entretien a révélé d'autres menaces auxquelles la pêche est confrontée en raison du changement climatique, et dont il n'a pas encore été question dans ce rapport. Par exemple, l'acidification potentielle des océans en raison des fortes concentrations de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère pourrait influencer l'activité planctonique et, par conséquent, la chaîne alimentaire marine. De plus, la fonte des calottes glaciaires modifie la salinité, ce qui à son tour peut perturber la circulation des courants marins et, par conséquent, la répartition des poissons. Toutefois, on considère qu'il est extrêmement difficile d'évaluer l'ampleur des conséquences sur l'emploi dans le secteur, ainsi que son aspect

---

<sup>11</sup> Source des données : Salz *et al.* 2006.

positif ou négatif. Ce n'est que récemment que les questions liées au changement climatique ont commencé à présenter un intérêt pour l'industrie, et celle-ci continue à les considérer plutôt comme des problèmes à long terme. Il semble que l'industrie de la pêche s'inquiète de plus en plus de la diminution des stocks de cabillaud en mer du Nord, imputée récemment au changement climatique. Pourtant, le défi majeur pour le secteur aujourd'hui vient de la pression extrême qui pèse sur les écosystèmes marins, en raison du caractère insoutenable des pratiques de pêche actuelles. Néanmoins, les problèmes auxquels l'industrie est actuellement confrontée pourraient parfaitement s'exacerber en raison du changement climatique. On s'attend à ce que la productivité en général soit négativement influencée par une augmentation de la variabilité du climat. En outre, les infrastructures dont la pêche dépend sont sensibles aux événements climatiques extrêmes.

### 5.3. Tourisme

Le tourisme représente l'une des principales activités économiques. En 2004, il a généré 263 milliards d'euros de recettes, d'après l'Organisation mondiale du tourisme (OMT, 2005), soit à peu près l'équivalent du PIB total de l'Autriche ou de la Suède pour cette même année. Le tourisme est aussi crucial pour de nombreuses économies locales et pour l'emploi. Les emplois dans l'hôtellerie et la restauration ne représentent pas seulement une part importante du total de l'Europe des 25 (4 %) : le secteur joue également un rôle vital en ce qui concerne la création d'emplois. En effet, le taux de croissance annuel des secteurs de l'hôtellerie et de la restauration est supérieur à la croissance moyenne de l'ensemble de l'économie (Bovagnet, 2005).

Si l'on considère les différents éléments qui contribuent à l'attrait touristique d'une région, comme les ressources naturelles et fabriquées par l'homme, la stabilité politique, l'accessibilité et les prix relatifs des services touristiques, les conditions climatiques sont l'un des facteurs principaux (Rehdanz *et al.*, 2004 ; Bigano *et al.*, 2005 ; Agnew *et al.*, 2001). De manière très

générale, les destinations froides deviennent plus attrayantes lorsqu'elles se réchauffent et les pays chauds perdent de leur attrait (Bigano *et al.*, 2005 ; Viner *et al.*, 1999). Cela correspond aux conclusions de Hamilton *et al.* (2005), qui démontrent que, si un pays froid se réchauffe, il commence par attirer davantage de touristes. Mais s'il devient trop chaud, la tendance s'inverse et les activités touristiques en souffrent. Le tourisme urbain, par exemple, semble être sensible aux conditions climatiques très chaudes, alors que cette tendance est moins marquée en ce qui concerne les activités balnéaires. Néanmoins, Agnew *et al.* (2001) affirment qu'il existe une température optimale pour le tourisme balnéaire en été. Les pays plutôt froids semblent également générer moins de tourisme international en raison du changement climatique, alors que les pays chauds en génèrent davantage. Au fur et à mesure que la chaleur estivale augmentera en région méditerranéenne, les pays nordiques deviendront des destinations touristiques plus attrayantes. Des indications suggèrent que pendant les années très chaudes, les touristes d'Europe septentrionale préfèrent passer leurs vacances dans leur pays plutôt que sur une plage à l'étranger (Wise, 1999). D'autres chercheurs affirment qu'en raison de la relation complexe entre le climat et la demande touristique, il se pourrait que le tourisme dans les pays nordiques n'affiche pas un résultat économique net positif (McEvoy *et al.*, 2006).

L'élévation de la température pourrait influencer la répartition des voyages touristiques pendant l'année, avec peut-être une augmentation des voyages en dehors de la saison habituelle. Certains signes indiquent que les touristes ont tendance à prendre des vacances plus courtes et se décident de plus en plus à partir à la dernière minute. Les excursions d'un jour et les courts séjours semblent plus sensibles au climat que les vacances principales, étant donné que les gens ont tendance à ne pas modifier leurs projets en ce qui concerne leurs vacances principales. S'ils le font, ils ont tendance soit à rester chez eux, soit à prendre des vacances dans leur propre pays. L'Espagne craint que les touristes étrangers préfèrent passer leurs vacances dans leur propre pays pendant les étés très chauds. Certaines indications suggèrent également que





les Espagnols préfèrent se rendre sur les côtes dans le nord ou à l'intérieur du pays (ministère espagnol de l'environnement, 2006) plutôt que dans les stations balnéaires habituelles. L'élévation du niveau de la mer et l'érosion menacent les infrastructures touristiques (Viner *et al.*, 1999), et il faudra peut-être déplacer certaines stations. En outre, la pénurie d'eau pourrait devenir problématique sur certains sites touristiques (Perry, 2000), au point de menacer leur viabilité économique. En général, le changement climatique exacerbera très probablement les conflits avec d'autres utilisateurs des ressources, principalement de l'eau et de la terre.

On s'attend également à des changements importants dans la répartition de la demande touristique dans le temps, en Espagne par exemple. En effet, en raison du changement des conditions climatiques, la demande pourrait s'accroître en été dans les régions montagneuses étant donné la température excessive sur la côte. De plus, la demande de tourisme balnéaire pourrait se tasser, avec une diminution des activités en été et une augmentation de celles-ci au printemps et en automne, en termes relatifs. En général, la demande touristique en Espagne devrait perdre quelques-uns de ses avantages comparatifs en raison du changement climatique (ministère espagnol de l'environnement, 2006).

La variation des flux touristiques affectera les économies régionales, bien que les effets macroéconomiques puissent être assez neutres (Berrittella *et al.*, 2006). En effet, l'impact de la redistribution pourrait être plus important que la variation générale réelle. Plusieurs études (Bigano *et al.*, 2005 ; Berrittella *et al.*, 2006 ; Perry, 2001 ; Perry, 2000) suggèrent que le bassin méditerranéen perdra son attrait touristique en termes relatifs en raison de l'élévation de la température en été, et qu'en Europe de l'Est le changement climatique aura un impact favorable en la matière.

Le changement des conditions d'enneigement affectera le tourisme d'hiver. La couche de neige sera non seulement plus fine dans le futur, mais la saison de ski sera aussi plus courte (Bigano *et al.*, 2005). L'impact le plus important se fera sentir aux altitudes inférieures à 1 500 m. En

effet, des études (Elsasser *et al.*, 2002, et Koenig *et al.*, 1997) suggèrent que la limite des neiges éternelles passera de 1 200 m à 1 500 m d'altitude, voire à 1 700 m dans certains cas. Le paysage pourrait également perdre de son attrait. Les glaciers alpins, par exemple, pourraient disparaître totalement. Un élément qui peut paraître surprenant est le fait qu'une élévation modérée de la température en hiver pourrait également entraîner un accroissement de l'activité touristique, étant donné qu'un adoucissement de la température en hiver augmenterait l'intérêt pour des activités sans rapport avec la neige, comme la marche, la randonnée et le VTT, à condition que la station dispose d'installations adéquates (Flechsigg *et al.*, 2000). Il pourrait y avoir un effet de redistribution entre les petites stations de moyenne altitude et des stations situées plus haut, par exemple, sur les glaciers (Elsasser *et al.*, 2002, et Koenig *et al.*, 1997). L'effet négatif de cette redistribution de la demande touristique sur l'emploi pourrait être aggravé par le fait que les stations de ski se trouvent surtout dans des régions rurales où il y a peu de possibilités d'emplois alternatifs, surtout en hiver.

En général, on suggère que l'augmentation de la population et de la richesse fera plus que compenser les effets potentiellement négatifs du changement climatique au niveau planétaire (Bigano *et al.*, 2005). Cette considération n'est valable que si l'on se base sur un certain nombre d'hypothèses fragiles. Des estimations aussi optimistes ne s'appliquent que si le réchauffement est modéré et graduel.

Jusqu'à présent, les enjeux du secteur sur le plan du changement climatique contrastent quelque peu avec le manque d'intérêt manifesté par les acteurs de ce même secteur. Bien que les conditions climatiques soient considérées comme un facteur déterminant, l'industrie touristique ne semble pas intégrer les problèmes liés au changement climatique dans ses plans stratégiques – un constat qui ressort également d'études antérieures (Agnew *et al.*, 2001) –, pas plus qu'elle n'en évalue l'impact sur l'emploi. La plupart des travaux de recherche ont été réalisés dans un contexte académique, avec très peu de participation des intervenants du secteur touristique.

Tableau I.2. : Effets potentiels du changement climatique sur l'activité économique et l'emploi dans le secteur touristique

Situation géographique	Principaux facteurs climatiques	Effets potentiels prévisibles sur l'activité économique et l'emploi	Niveau de confiance	Remarque
Régions nordiques, Europe de l'Est	Élévation de la température, évolution des précipitations	Impact positif sur la demande touristique. <i>Impact positif sur l'emploi.</i>	Moyen	
Régions méditerranéennes, stations balnéaires	Élévation de la température, évolution des précipitations, élévation du niveau de la mer	Impact négatif sur la demande touristique en été. <i>Impact négatif possible sur l'emploi en été.</i>	Moyen	
Régions méditerranéennes, stations balnéaires	Élévation de la température en été	Impact négatif sur la demande touristique en été, mais positif au printemps et en automne. <i>Possibilité d'un impact qualitatif positif sur l'emploi dans le secteur, avec des conditions plus stables grâce à des périodes contractuelles plus longues.</i>	Moyen/ Faible	
Stations de montagne de faible altitude	Élévation de la température, évolution des précipitations	Impact négatif sur les activités touristiques en hiver. <i>Impact négatif sur l'emploi saisonnier.</i>	Moyen/ Élevé	
Stations de montagne de haute altitude	Élévation de la température, évolution des précipitations	Impact positif possible sur les activités en rapport avec la neige. <i>Impact positif sur l'emploi saisonnier.</i>	Moyen	Bénéficient de l'effet de redistribution étant donné que les stations de faible altitude perdent de leur attrait.



Les entretiens menés dans le cadre de cette étude confirment ce fait. Toutefois, les intervenants du secteur touristique semblent considérer peu à peu que les questions relatives au changement climatique sont pertinentes et pourraient éventuellement menacer les investissements à long terme. Ils considèrent que le climat est un facteur primordial dans le choix d'une destination de vacances. Mais souvent, l'industrie se préoccupe davantage des aspects à court terme, comme le. On sait que le tourisme est une activité volatile et que son industrie est très adaptable. Ceci pourrait expliquer pourquoi les effets du changement climatique, même s'ils sont jugés potentiellement préjudiciables, sont plutôt considérés comme des problèmes à long terme. La sensibilisation du public au changement climatique pourrait entraîner une augmentation de la demande en écotourisme, avec un effet positif sur l'emploi dans la branche. On considère que l'hypothèse d'un tassement de la demande touristique sur une longue période (la demande étant moins importante en été mais plus forte au printemps et en automne), mise en évidence dans plusieurs études, est probable mais limitée, parce que les vacances scolaires restent la principale entrave à la flexibilité de nombreux touristes. Dans la ligne des résultats des études mentionnées ci-dessus, on s'attend à ce que les régions côtières du sud de l'Europe perdent leurs avantages comparatifs et à ce que les destinations à l'intérieur des terres en gagnent. Les personnes interrogées ont souligné la tendance actuelle à une augmentation de la demande relative au tourisme urbain et aux événements culturels, ainsi qu'aux vacances sur le thème de la santé. Cette tendance pourrait être une alternative attrayante dans les régions touchées par les effets du changement climatique. Actuellement, l'Union européenne à 25 perd des parts de marché au profit de nouveaux marchés tels que la Chine et l'Inde – même si ce n'est qu'en termes relatifs – et, jusqu'à présent, elle ne considère pas que le changement climatique joue un rôle majeur à cet égard. Elle reconnaît qu'il existe une tendance aux séjours plus courts à l'intérieur d'un même pays, mais considère que cette tendance est influencée par l'évolution du style de vie plutôt que par le changement

climatique. Cette tendance doit aussi être mise en balance avec le fait que la mobilité s'accroît, mais dépend fortement de la disponibilité et du prix des billets d'avion. En général, on considère que les campagnes d'information et de sensibilisation aux niveaux européen, national et local, sont de la plus haute importance pour faciliter les mesures d'adaptation.

#### 5.4. Finance et assurance

À l'heure actuelle, les assurances et le secteur financier en général jouent un rôle majeur en Europe, du point de vue économique et sur le plan de l'emploi. Parfois même, les assurances sont considérées comme la plus grande industrie au monde (Mills, 2005 ; Swiss Re, 2005). D'après le rapport ACACIA (Parry, 2000), le chiffre d'affaires de l'industrie des assurances représente environ 600 milliards d'euros, ses actifs s'élèvent à 4 000 milliards d'euros et le secteur dans son ensemble emploie quelque 1 million de personnes.

Les conséquences du changement climatique auxquelles l'industrie des assurances et des services financiers est confrontée, en raison principalement du changement de la fréquence probable des événements climatiques extrêmes, sont importantes. Il est très probable que le changement climatique augmentera l'incertitude en termes d'évaluation des risques et qu'il affectera par conséquent le fonctionnement du marché des assurances (Vellinga *et al.*, 2001). Plusieurs études (Kemfert, 2004 ; Wise, 1999 ; ABI, 2005) affirment que le nombre et l'intensité des événements climatiques extrêmes – comme les canicules, les inondations et les tempêtes – ont augmenté ces dernières années et devraient encore s'accroître à l'avenir. En Europe, 64 % des événements catastrophiques entre 1980 et 2003 sont directement imputables à des conditions climatiques et météorologiques extrêmes, comme les inondations, les tempêtes, les sécheresses, les canicules, etc. On estime aussi que 79 % des pertes économiques provoquées par des événements catastrophiques sont liés au climat. Ces pertes économiques ont considérablement augmenté au cours des

Tableau I.3. : Effets potentiels du changement climatique sur l'activité économique et l'emploi dans le secteur de la finance/assurance

Situation géographique	Principaux facteurs climatiques	Effets potentiels prévisibles sur l'activité économique et l'emploi	Niveau de confiance	Remarque
Général	Augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes	Pression économique, en particulier sur les petites entreprises. <i>Impact négatif sur l'emploi.</i>	Moyen	
Général	Augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes	Dévaluation des actifs détenus par les acteurs du secteur. <i>Impact négatif sur l'emploi.</i>	Moyen	
Général	Augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes	Demande supplémentaire d'experts en évaluation des risques, évaluation des dommages, campagnes de sensibilisation, etc. <i>Impact positif sur l'emploi pour certaines professions spécifiques.</i>	Moyen	

dernières décennies, et sont passées de moins de 5 à 11 milliards de dollars par an. Quatre années sur cinq ayant subi les pertes économiques les plus importantes sont postérieures à 1997 (AEE, 2004). Les fortes inondations d'août 2002 ont fait 80 victimes dans 11 pays européens, occasionné des pertes économiques de plus de 15 000 millions d'euros et de graves perturbations du trafic routier et ferroviaire. Elles ont touché environ 100 000 hectares de terres agricoles, inondé des grandes villes (comme Prague ou Dresde), endommagé le patrimoine culturel et provoqué de nombreux glissements de terrain (AEE, 2003).

Le changement climatique n'influencera pas seulement les demandes d'indemnisation. Étant donné que le secteur détient et gère d'importants actifs, son influence se fera également sentir sur ces investissements à long terme (Dlugolecki, 2001). Étant donné que les dommages aux biens pourraient augmenter, le secteur de l'assurance en serait affecté. Dans certains cas, il se peut que

certains biens deviennent tout simplement inassurables contre certains types de risques. De plus, de nouvelles pertes se dégageront dans les branches Vie et Santé, en raison des blessures et de la mortalité dues à des catastrophes provoquées par le climat, d'une part, mais aussi au stress thermique (Mills, 2005) ou à des affections pulmonaires chroniques (Swiss Re, 2005). De plus, les services d'assurances liés aux activités de transport pourraient être affectés. Des événements climatiques extrêmes peuvent provoquer des dégâts importants aux ports et aéroports. Les plates-formes pétrolières en haute mer sont de même particulièrement vulnérables. Les perturbations dans les transports ou les interruptions de travail ont des conséquences importantes sur l'activité économique.

L'industrie européenne des assurances semble particulièrement exposée à une augmentation des catastrophes provoquées par le climat, étant donné la densité d'assurances relativement forte dans la plupart des pays européens. Il convient



de mentionner le fait que les effets du changement climatique en Europe ne sont pas les seuls à affecter l'industrie européenne des assurances. Les événements climatiques dans d'autres régions du monde peuvent également toucher les assureurs européens, et ce au moins de trois manières. *Primo*, il est fréquent que des assureurs européens fournissent également des services financiers à leurs clients européens, en ce qui concerne leurs activités en dehors de l'Europe. *Secundo*, les compagnies d'assurances européennes, en tant qu'acteurs clés du marché mondial, sont également actives de manière indépendante dans les régions non européennes. *Tertio*, de nombreuses catastrophes qui frappent des régions éloignées de l'Europe affectent malgré tout l'industrie européenne des assurances par le biais de la réassurance.

Il semble qu'il y ait une relation non linéaire entre certains paramètres climatiques et certains dommages. En effet, les dégâts provoqués par les tempêtes ne sont pas proportionnels à la vitesse du vent. En général, ils s'élèvent au cube de la vitesse du vent ou plus (Stern, 2006). Les coûts des événements liés au climat ont été multipliés par 15 au cours des trois dernières décennies (Kemfert, 2004). L'industrie des assurances s'attend à une tendance analogue et prévoit que les coûts d'indemnisation seront multipliés par 10 d'ici à 2050.

Il est intéressant de mentionner à ce sujet que l'augmentation des demandes d'indemnisation pourrait ne pas être un indicateur pertinent pour évaluer l'impact des événements climatiques extrêmes, étant donné qu'il faut non seulement tenir compte d'une augmentation de la fréquence et de l'intensité de ces événements, mais aussi de l'augmentation de la richesse et de la vulnérabilité (davantage d'immeubles dans les régions côtières, les terres inondables, etc.) et de l'augmentation de la pénétration des assurances. Il s'ensuit qu'il est difficile d'évaluer la proportion imputable aux effets du changement climatique (Piserra *et al.*, 2005).

Les effets secondaires des événements climatiques extrêmes sont rarement pris en considération dans les analyses. Par exemple, l'impact sur l'activité touristique d'une région touchée par une météo extrême peut être

important, bien que difficile à évaluer. De plus, les interruptions d'activités dues à des perturbations dans les infrastructures ont de graves conséquences économiques. En outre, seule une part minime des dommages est assurée dans la majorité des cas, ce qui laisse la plus grande part des coûts à charge d'autres agents, individus, entreprises ou gouvernements, en fonction de l'ampleur de l'intervention de l'État (Comité européen des assurances, 2006).

En revanche, il semble que le changement climatique ait très peu d'impacts positifs directs ou indirects sur l'industrie européenne des assurances en termes de demandes d'indemnisation. Le gel moins fréquent pourrait par exemple réduire légèrement le nombre de ces demandes d'indemnisation. Toutefois, les impacts positifs semblent infimes, comparés aux impacts négatifs (Parry, 2000).

D'autres auteurs (Mills, 2005) ont une vision un peu plus optimiste du secteur. Ils affirment que les assureurs pourraient bénéficier d'opportunités dues au changement climatique, étant donné qu'ils pourraient proposer de nouveaux produits de gestion des risques et enregistrer une augmentation de la demande relative aux assurances mêmes, ce qui pourrait avoir un impact positif potentiel sur l'emploi dans le secteur. Mais par ailleurs, les assureurs devront peut-être abandonner certaines activités dont le risque est jugé trop élevé en raison du changement des conditions climatiques.

L'industrie des assurances a toujours prouvé qu'elle était capable de relever de nombreux défis, en adaptant le montant des primes, en modifiant les conditions contractuelles telles que les franchises ou en fixant des limites de responsabilité et en répartissant les risques par le biais de la réassurance. Le fait que l'industrie des assurances répercutera probablement sur la société les coûts supplémentaires, que Mills (2005) considère comme une forme de « *coûts externes du changement climatique* », aura des impacts économiques négatifs qui pourraient, à leur tour, avoir une influence négative sur l'emploi en général. L'augmentation rapide du coût des événements liés au climat a énormément pesé sur la rentabilité de l'industrie (Parry, 2000). D'importants capitaux et réserves



sont nécessaires pour faire face aux nombreux incidents. On ne pense pas que la solvabilité générale de l'industrie européenne des assurances soit menacée par le changement climatique. Pourtant, il faut s'attendre à des changements structurels importants auxquels les petites entreprises régionales seront particulièrement sensibles (Swiss Re, 2005). En effet, une évolution vers des entreprises de plus grande taille, une diversification plus importante et une intégration à d'autres activités financières sont prévues, le but étant d'atténuer le risque potentiel des événements dits « à faible probabilité – fort impact » (AEE, 2004).

Les acteurs sectoriels prennent la question du changement climatique très au sérieux. Par exemple, ils s'impliquent fortement dans la recherche, ce qui illustre l'ampleur des enjeux de l'industrie dans ce domaine. Cependant, aucune étude n'évalue l'impact direct sur l'emploi. Depuis plusieurs années, les questions relatives au changement climatique sont reprises dans les paramètres des plans stratégiques des entreprises du secteur, et leur importance relative augmente actuellement. Les personnes interrogées reconnaissent qu'il est possible que les effets du changement climatique soient positifs pour l'emploi dans le secteur, en raison d'une augmentation potentielle de la demande de produits et de services d'assurances. Pourtant, il est difficile de quantifier cette influence parce que, entre autres facteurs, les changements structurels que les entreprises traversent actuellement pourraient aboutir à des fusions d'entreprises dans le secteur. La nécessité de disposer de certains types de connaissances professionnelles pourrait s'accroître. C'est le cas, par exemple, des experts en évaluation des risques et en développement de scénarios, en estimation des dommages après les catastrophes, ou des conseillers en prévention des risques. De plus, des campagnes de sensibilisation et d'information pourraient être élaborées dans le secteur des assurances, afin d'informer le public et les autorités des problèmes posés par le changement climatique et des possibilités de prévention en particulier. De l'avis des personnes interrogées, la nécessité de tels services devrait considérablement s'accroître. Comme pour le secteur agricole, elles ont

suggéré, pendant les entretiens, la création d'un fonds de solidarité afin de limiter les coûts des dégâts non assurés provoqués par des catastrophes naturelles.

## 5.5. Santé

Les sources documentaires s'accordent à dire que, en Europe, le changement climatique augmentera probablement les problèmes de santé liés à la chaleur et réduira ceux liés au froid. Étant donné que l'on estime que les canicules devraient augmenter, tant sur le plan de la fréquence que de la durée, la mortalité due à une agression thermique augmentera en proportion. On pense, par exemple, que la canicule exceptionnelle qui a frappé l'Europe – et en particulier la France – en 2003 a provoqué une surmortalité de 30 000 décès (McMichael, 2006). En revanche, des températures plus douces en hiver réduiront la surmortalité, avec des avantages surtout dans les pays nordiques (Watkiss *et al.*, 2005). De nombreuses études (Tol, 2002 ; EC, 2006 ; OMS, 2003 ; Stern, 2006) affirment que, en Europe, la diminution des décès dus au froid excèdera l'augmentation des décès dus à la chaleur. Il y a une température optimale à laquelle le taux de mortalité est le plus bas. En dehors de la zone de confort (courbe en U), la mortalité augmente (McMichael, 2006, et Díaz Jiménez *et al.*, 2005). Fait intéressant, il semble que le côté « chaud » de la courbe soit plus raide que le côté « froid », ce qui implique que les morts dues à la chaleur en été sont imputables davantage à la température que celles dues au froid. Par ailleurs, la surmortalité semble être liée à des facteurs socioéconomiques (Díaz Jiménez *et al.*, 2005).

On s'attend à ce que la fréquence des événements climatiques extrêmes, comme les inondations et les tempêtes, augmente avec le changement climatique (OMS, 2003), ce qui constituera une menace supplémentaire pour la vie et la santé. Outre les impacts physiques, il ne faut pas sous-estimer les conséquences psychologiques de tels événements catastrophiques. Les inondations, par exemple, ont de profondes conséquences négatives,



physiques et psychologiques, sur la santé humaine. Les graves inondations de 2002 en Autriche, en République tchèque, en Allemagne,

en Hongrie et dans la Fédération de Russie ont fait plus de 100 victimes. On pense que l'augmentation des précipitations entraînera un accroissement de la fréquence des inondations en Europe. Néanmoins, il semble que les décès provoqués par des inondations diminuent fortement, sans doute en raison de l'amélioration des mesures d'alerte et de sauvetage. En outre, les canicules deviendront plus dangereuses dans les villes, les environnements urbains ayant tendance à retenir la chaleur (Stern, 2006).

La propagation de la malaria est principalement définie et limitée par la tolérance climatique du moustique. Un changement climatique pourrait modifier les conditions favorables à la transmission de la malaria et ses restrictions en termes de latitude et d'altitude, et augmenter le temps pendant lequel la malaria peut circuler.

Par conséquent, un changement des conditions climatiques pourrait accroître le risque de voir la maladie se déclarer de manière localisée, dans des régions où elle est éradiquée mais où les vecteurs restent présents. L'endémicité initiale des pays européens est classée comme « faible » ou « exempte de malaria » par Van Lieshout *et al.* (2004). Ceci implique que, dans de nombreux pays européens, la transmission de la malaria n'intervient pas ou uniquement de manière sporadique après l'importation. L'intervention humaine au moyen de puissants systèmes sanitaires et par un contrôle efficace de la malaria, combinée aux conditions climatiques préalables, devrait permettre aux pays européens de faire face à une légère augmentation potentielle de la malaria. Par conséquent, les auteurs concluent que le changement climatique n'entraînera pas d'importantes modifications du risque d'apparition de la malaria dans l'Europe des 25. De même, une autre étude (Swiss Re, 2005) conclut que l'Europe devrait être relativement peu touchée, en raison de conditions socioéconomiques privilégiées.

**Tableau I.4. : Effets potentiels du changement climatique sur l'activité économique et l'emploi dans le secteur de la santé**

Situation géographique	Principaux facteurs climatiques	Effets potentiels prévisibles sur l'activité économique et l'emploi	Niveau de confiance	Remarque
Général, les pays nordiques en particulier	Élévation de la température	Diminution générale de la mortalité et de la morbidité. <i>Impact négatif sur l'emploi dans le secteur de la santé suite à une diminution de la demande de services de santé.</i>	Moyen	
Général, les pays nordiques en particulier	Élévation de la température	Diminution de la mortalité et de la morbidité. <i>Impact positif sur l'emploi grâce à une augmentation de la productivité du travail.</i>	Moyen-Faible	À l'échelle de l'économie
Général, sud de l'Europe en particulier	Conditions météorologiques extrêmes	Impact négatif sur la productivité du travail en ce qui concerne les activités à l'extérieur <i>Impact négatif sur la santé et la sécurité des travailleurs</i>	Moyen	À l'échelle de l'économie

Ces deux dernières décennies, on a observé une hausse des maladies transmises par les tiques dans la région baltique et en Europe centrale, en réaction à une succession d'hivers plus doux.

Pourtant, le rôle du changement climatique sur cette fréquence continue de faire l'objet de débats au sein de la communauté scientifique. En général, l'influence du changement climatique sur les maladies à transmission vectorielle semble négligeable en Europe (Tol, 2002 ; Kemfert, 2002).

Il est probable que le réchauffement planétaire augmente la fréquence des maladies liées à l'alimentation, telles que la salmonellose, en raison d'une activité microbiologique exacerbée (Wise, 1999 ; McMichael, 2006). En effet, beaucoup d'agents infectieux sont sensibles aux conditions climatiques. On a observé une forte relation linéaire entre la température et le signalement de cas de salmonellose dans les pays européens, par exemple (McMichael, 2006). Le changement climatique pourrait modifier l'équilibre écologique dans les régions où les conditions sont actuellement défavorables.

Selon les estimations de Nordhaus *et al.* (2000), l'impact général d'un réchauffement modéré sur la santé correspond à 0,02 % du PIB des pays européens de l'OCDE et d'Europe de l'Est. Ils ont aussi découvert que les conséquences du changement climatique sur la santé dépendent fortement de la température et augmentent brusquement après avoir atteint un certain seuil. L'intérêt particulier de cette étude réside dans le fait qu'elle comporte des aspects non marchands, qui sont évalués sur la base de l'approche dite de « la volonté de payer ». Elle utilise un modèle régional dynamique et intégré du climat et de l'économie pour évaluer l'impact d'un réchauffement de 2,5 °C sur différentes activités.

À l'aide d'un modèle d'équilibre général économique, Bosello *et al.* (2006) révèlent qu'un changement climatique pourrait influencer positivement l'équilibre économique en Europe.

En effet, ils démontrent une nette diminution de la mortalité et de la morbidité après un changement climatique, même si on observe une

augmentation des maladies respiratoires et des diarrhées en Europe. Avec pour conséquence une augmentation de la productivité du travail et une diminution de la demande en soins de santé. Leur analyse repose sur un scénario climatique assez conventionnel, qui implique des changements de température minimaux. Il est important de noter qu'ils soulignent par ailleurs le fait que l'économie aura tendance à s'éloigner des pays et secteurs qui sont négativement influencés par le changement climatique, un effet qui pourrait contribuer à atténuer la vulnérabilité globale au changement climatique, d'une part, mais amplifier les impacts régionaux et sectoriels, d'autre part.

Certains groupes de population sont particulièrement vulnérables aux maladies et aux blessures. Les jeunes, les personnes âgées et fragiles sont les plus sensibles. On pense également que la vulnérabilité d'une population dépend de sa densité, de son niveau de développement économique, de la disponibilité des aliments, du niveau et de la répartition des revenus, des conditions environnementales locales, de la situation sanitaire préexistante et de la qualité des soins de santé publics (OMS, 2003).

Les conditions de travail à l'extérieur pourraient se dégrader en été. Une élévation de la température augmente le risque de coups de chaleur. Pendant l'été 2006, plusieurs cas de décès de travailleurs en plein air dus à un coup de chaleur ont été signalés en Espagne. En outre, d'autres types de conditions météorologiques extrêmes réduisent considérablement la productivité du travail en ce qui concerne les activités à l'extérieur.

D'après certaines estimations, le changement climatique a déjà eu des conséquences sur la santé (OMS, 2003). McMichael (2006) affirme toutefois qu'il est difficile d'établir à l'heure actuelle une corrélation entre l'élévation des températures ces trois dernières décennies en raison du changement climatique et son impact sur la santé. Et ce principalement en raison de l'interaction avec d'autres facteurs, comme les processus écologiques, les conditions sociales et les politiques d'adaptation. Il suggère également qu'il pourrait y avoir des effets indirects sur la





santé en raison de perturbations sociales, économiques et politiques provoquées par des changements dans la production alimentaire régionale et dans l'approvisionnement en eau. De plus, le changement climatique pourrait avoir pour conséquence un afflux de réfugiés, avec des conséquences potentielles sur la santé, par exemple, une augmentation des maladies infectieuses, de la malnutrition, des blessures et des morts violentes<sup>12</sup>.

## 5.6. Infrastructures

La dilatation thermique des masses d'eau, combinée à la fonte des nappes glaciaires terrestres et des glaciers de montagne, provoquera une élévation du niveau de la mer. Une élévation de 25 cm du niveau de la mer aurait pour conséquence la perte de 1 015 km<sup>2</sup> de terres dans l'Union européenne, ce qui représente une fraction minime d'environ 0,032 % du territoire total (Bosello *et al.*, 2004). Mais étant donné que, pour des raisons de facilité, les activités humaines sont traditionnellement rassemblées près des côtes de faible élévation, les enjeux pourraient être importants. Aux Pays-Bas, par exemple, 60 % de la population vit dans des zones côtières de faible élévation (McGranahan *et al.*, 2006). Watkiss *et al.* (2005) estiment qu'avec environ 89 000 km de côtes, 68 millions d'individus dans l'Union européenne pourraient être touchés par une élévation du niveau de la mer. Ce sont les économies qui dépendent de l'agriculture qui souffriront le plus de cette élévation (Bosello *et al.*, 2004).

Les coûts dus à l'élévation du niveau de la mer semblent relativement faibles dans l'Union européenne (Darwin *et al.*, 2001). Fait intéressant, ces auteurs soulignent un effet de redistribution des pertes depuis les régions relativement fort sinistrées vers des régions relativement peu sinistrées. Ce qui implique que même les pays dépourvus de littoral devront

probablement supporter une part du fardeau provoqué par l'élévation du niveau de la mer. Il faudra peut-être prendre des mesures de protection coûteuses afin d'atténuer l'impact de l'élévation du niveau de la mer. Bosello *et al.* (2004) concluent que les coûts de protection totale du littoral dépassent le coût des terres perdues. Par conséquent, la protection côtière pourrait ne pas être rentable dans certaines régions. En revanche, Deke *et al.* (2001) révèlent que, d'un point de vue économique, il serait préférable de protéger les côtes contre une élévation du niveau de la mer. De toute façon, cet argument n'est valable que si des fonds d'investissement suffisants sont disponibles. D'après les estimations de Nordhaus *et al.* (2000), l'impact d'une élévation du niveau de la mer due à un réchauffement modéré pourrait atteindre 0,6 % du PIB dans les pays européens de l'OCDE et 0,01 % du PIB dans les pays d'Europe de l'Est, ce qui correspond aux estimations de Deke *et al.* (2001). Ces derniers affirment également que des investissements dans la protection des côtes ont un léger impact négatif sur l'accumulation du capital, ce qui altère légèrement le bien-être.

La fréquence et l'intensité des tempêtes devraient augmenter. Dans une étude récente, le World Wide Fund for Nature (WWF, 2006) signale que l'augmentation la plus forte interviendra probablement au Royaume-Uni, aux Pays-Bas et dans le nord de la France, ainsi que sur les côtes du nord-ouest de l'Espagne, bien que dans une moindre mesure. En raison de la relation non linéaire entre la vitesse du vent et les dégâts, cette augmentation pourrait entraîner d'importantes pertes économiques en termes d'infrastructures et de bâtiments.

Palmer *et al.* (2002) évaluent l'évolution de la probabilité des cas de précipitations extrêmes provoquées par le changement climatique. Il en ressort que la probabilité augmente légèrement sur une grande partie de l'Europe centrale et septentrionale. En revanche, elle diminue dans certaines parties du bassin méditerranéen. De même, une autre étude estime que la probabilité

---

<sup>12</sup>L'élévation du niveau de la mer aboutira à une perte de zones côtières qui aura sans doute pour effet le déplacement des populations résidentes, probablement plusieurs millions de personnes, principalement en Asie (GIEC, 2001).

Tableau I.5. : Effets potentiels du changement climatique sur l'activité économique et l'emploi en ce qui concerne les infrastructures

Situation géographique	Principaux facteurs climatiques	Effets potentiels prévisibles sur l'activité économique et l'emploi	Niveau de confiance	Remarque
Zones côtières	Élévation du niveau de la mer	Perte de territoire. <i>Impact négatif sur l'emploi en raison de la perte de terres (agriculture et tourisme par exemple).</i>	Moyen	
Général	Augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes	Destruction et dégâts aux infrastructures et aux bâtiments, impact négatif sur l'activité économique. <i>Impact négatif sur l'emploi.</i>	Moyen-Faible	

d'inondations augmentera de manière significative (Milly *et al.*, 2002). Mudelsee *et al.* (2003) démontrent que, actuellement, les inondations en Europe centrale n'affichent pas de tendance à la hausse. Par ailleurs, un rapport de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE, 2005) conclut que des données empiriques indiquent une tendance à l'augmentation de la fréquence des fortes inondations au cours des dernières décennies. Au-delà du débat sur la question de savoir s'il s'agit de tendances à la hausse ou à la baisse, il y a la conviction que le danger évolue, ce qui modifie le risque encouru par les infrastructures. Par exemple, même si les précipitations moyennes annuelles diminuent, des précipitations plus brutales pourraient accroître les dégâts aux infrastructures, en raison des glissements de terrain et des coulées de boue. Il faut noter qu'outre les changements dans les précipitations, l'activité humaine joue également un rôle important. Par exemple, la déforestation dans les régions montagneuses accélère le ruissellement de l'eau.

Sur le plan positif, un changement climatique peut entraîner une diminution des travaux de déneigement et d'épandage des routes. De plus, la capacité des brise-glaces pourrait diminuer dans le nord (ministère suédois du Développement durable, 2005).

## 5.7. Énergie

Il existe une corrélation entre la consommation d'énergie et les conditions climatiques (López Zafra *et al.* 2005). La demande énergétique destinée au chauffage individuel en hiver devrait diminuer en raison du réchauffement. Par ailleurs, des étés plus chauds pourraient aboutir à une demande plus forte de climatisation (CE 2006). Au cours de la période 2021-2050, par exemple, les besoins en énergie de chauffage en Finlande devraient diminuer de 10 à 14 % par rapport à la période 1961-1990 (Venäläinen *et al.* 2004). De même, Cartalis *et al.* (2001) et Giannakopoulos *et al.* (2006) observent une diminution des besoins énergétiques destinés au chauffage individuel en Grèce. Cependant, il semble que l'augmentation des besoins énergétiques destinés à la climatisation des locaux d'habitation en été fera plus que compenser le gain en hiver. De plus, des températures extrêmes plus sévères dues à une plus grande variabilité du climat pourraient exacerber le pic de la demande d'électricité pendant des périodes inhabituellement chaudes ou froides, avec des conséquences négatives sur les réseaux de distribution et la capacité de production.

Le changement climatique ne se contentera pas de modifier les besoins énergétiques, il



transformera également les conditions et le potentiel de la production électrique. L'impact du changement climatique sur la production hydroélectrique est double. *Primo*, les variations de la pluviosité affectent le potentiel de production hydraulique. *Secundo*, des températures à la hausse favorisent l'évaporation des lacs. Les microgénérateurs hydrauliques sont plus sensibles aux changements des précipitations que les générateurs de plus grande taille (Aguiar, 2002). Nous pourrions aussi mentionner un effet indirect, à savoir le fait que la gestion des barrages pourrait être affectée par des changements de l'ampleur, de la fréquence et du rythme des précipitations, dont la fonte des neiges (Arnell *et al.*, 2000).

En Europe septentrionale, où l'on s'attend à une augmentation des précipitations, la production d'énergie hydroélectrique pourrait être favorablement influencée, alors que l'on pourrait observer la tendance inverse en Europe méridionale (CE, 2006). Dans les pays nordiques, l'énergie hydroélectrique représente une part significative de la production d'électricité. Des changements de son potentiel pourraient avoir des conséquences importantes. Des études prévoient une augmentation du potentiel hydroélectrique en raison du

changement climatique, en Finlande, en Islande, en Norvège et en Suède (Bergström *et al.*, 2003). Néanmoins, on ne sait pas encore avec certitude dans quelle mesure il sera possible d'exploiter ce potentiel. En effet, des changements de la répartition des pluies dans le temps pourraient être défavorables et empêcher ce bénéfice potentiel de se concrétiser.

En revanche, le faible débit des rivières pendant les étés secs et chauds constitue un problème pour le refroidissement des centrales thermiques, comme l'expérience l'a montré ces dernières années dans plusieurs pays européens. Paradoxalement, c'est dans de telles conditions que l'on observe des pics de la demande d'électricité, en raison notamment des besoins en climatisation. Une demande d'électricité très forte, combinée à une capacité de production réduite, exerce une pression extrême sur les systèmes de production et de distribution et contribue, dès lors, à leur instabilité. Plusieurs pannes générales d'électricité ont été récemment observées dans de telles conditions. De plus, le réchauffement affectera le rendement des centrales thermoélectriques (López Zafra *et al.*, 2005), bien que l'impact prévu soit relativement faible (Aguiar, 2002).

Tableau 1.6. : Effets potentiels du changement climatique sur l'activité économique et l'emploi dans le secteur de l'énergie

Situation géographique	Principaux facteurs climatiques	Effets potentiels prévisibles sur l'activité économique et l'emploi	Niveau de confiance	Remarque
Général, l'Europe septentrionale en particulier	Élévation de la température	Diminution de la demande énergétique destinée au chauffage individuel en hiver, augmentation de la demande énergétique destinée à la climatisation des habitations en été. <i>Impact variable sur l'emploi dans la production et la distribution d'énergie</i>	Moyen	
Pays nordiques	Précipitations accrues	Possibilité d'augmentation du potentiel de production hydroélectrique. <i>Possibilité d'un impact positif sur l'emploi.</i>	Moyen-Faible	

En outre, le changement climatique pourrait altérer le potentiel de l'énergie éolienne en modifiant les régimes éoliens. Des modèles révèlent une élévation de la vitesse des vents en mer Baltique et dans le golfe de Finlande (Clausen *et al.*, 2004). Aguiar n'a observé aucun changement majeur au Portugal (2002). Enfin, on peut s'attendre à ce que le potentiel agricole des agro-carburants soit influencé par le changement climatique à l'instar des productions agricoles à vocation alimentaires.

Enfin, certaines infrastructures énergétiques courent des risques dans l'hypothèse d'événements climatiques extrêmes plus fréquents et plus intenses. De plus, la logistique des vecteurs énergétiques pourrait devenir difficile sous certaines conditions climatiques. Par exemple, de faibles niveaux d'eau pourraient entraîner une limitation du transport par péniches.

## 6. Discussion

Même si le changement climatique peut avoir un impact significatif sur l'activité économique et l'emploi, il est possible que d'autres facteurs prennent le pas. En effet, la surpêche, les politiques agricoles, les changements techniques de l'agriculture en Europe de l'Est, la population et la croissance économique en ce qui concerne le tourisme, les incitations fiscales et financières pour ce qui est de l'énergie, les politiques et mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre<sup>13</sup> – pour n'en citer que quelques-uns – pourraient largement compenser les conséquences éventuelles d'un changement climatique modéré. Cependant, même un changement climatique modéré influencera les activités économiques et l'emploi, et il pourrait soit neutraliser, soit favoriser d'autres effets. L'objectif de ce travail est d'isoler les effets du changement afin de mettre en exergue et d'évaluer leurs conséquences potentielles.

<sup>13</sup> Pour une discussion à propos de ces impacts, se référer à la partie III de ce projet de recherche.

L'analyse des documents disponibles et les entretiens ne nous ont permis de rassembler que très peu d'informations sur les effets directs du changement climatique sur l'emploi, ce qui révèle une lacune dans la recherche. Au cours des entretiens, l'avis dominant était que d'autres facteurs l'emportent. Néanmoins, la plupart des personnes interrogées sont conscientes du fait que le changement climatique affectera leurs activités sectorielles dans une certaine mesure, et ce directement et indirectement. Toutefois, il est souvent difficile d'en estimer l'ampleur potentielle.

Les entretiens ont aussi révélé un niveau d'implication très différent face aux problèmes posés par le changement climatique. Malheureusement, l'échantillon ne permet pas une analyse plus approfondie en la matière. Par ailleurs, un tel examen s'écarterait des objectifs de cette étude. Un message important que l'on peut tirer des entretiens est le fait que l'information est la condition préalable pour faciliter l'adaptation aux effets du changement climatique. En ce sens, les entretiens, tout comme ce rapport, facilitent l'ouverture d'un débat et pourraient servir d'outil de sensibilisation.

Il existe une documentation abondante sur les effets du changement climatique. Cependant, la plus grande prudence s'impose lorsque l'on compare ces études. En effet, les méthodologies, les hypothèses et les modèles statiques ou dynamiques diffèrent considérablement, ce qui empêche une association pure et simple des données.

### 6.1. Local et mondial, coûts directs et équilibre général

Nous constatons que, ces dernières années, on a de plus en plus appliqué des modèles d'équilibre général pour évaluer les impacts du changement climatique. Ce type d'approche présente l'avantage considérable qu'elle peut traiter – en partie – de la complexité de certains impacts du changement climatique, tout en évitant des limitations géographiques ou sectorielles. En revanche, cette méthodologie, habituellement appliquée sur une échelle assez large, masque les effets régionaux et la répartition des pertes et



des gains (Darwin *et al.*, 2001), souvent très pertinents en matière d'emploi. Bien que les impacts planétaires puissent s'avérer négligeables dans l'hypothèse d'un changement climatique modéré et graduel, les effets régionaux pourraient être significatifs. Cependant, sur le plan négatif, des études régionales présentent souvent des perspectives incomplètes (Adams *et al.*, 1998) et tiennent rarement compte de manière adéquate des répercussions et des effets de redistribution. De plus, elles se fondent sur des modèles climatiques transposés localement, qui impliquent un degré d'incertitude plus grand que les modèles globaux. En général, les études sectorielles ou régionales font état d'impacts plus importants que les études d'équilibre général (Bosello *et al.*, 2005), ce qui confirme la pertinence des effets de redistribution intersectoriels et internationaux.

## 6.2. Incertitudes

La nature même du changement climatique – une interaction particulièrement complexe entre la variabilité naturelle et le forçage anthropique –, représente un défi pour ce qui est des prévisions futures. Des incertitudes extrêmes pèsent sur les projections en matière de changement climatique. Elles sont au moins de deux types, d'après Arnell *et al.* (2000). D'une part, l'incertitude est due au fait que les connaissances et les modèles scientifiques sont incomplets. D'autre part, il existe une incertitude inhérente quant à l'évolution de l'économie mondiale et de la société dans les prochaines décennies. De plus, en raison de l'incertitude quant aux réactions éventuelles des systèmes socioéconomiques et à leur potentiel d'adaptation, il est plus difficile d'estimer de façon fiable l'impact du changement climatique.

## 6.3. Changements non linéaires et brutaux

D'après la recherche climatologique, la civilisation humaine a connu un climat relativement stable. Les modèles des systèmes climatiques antérieurs n'ont pas toujours été aussi modérés. Des signes,

provenant notamment de la paléocéanographie, indiquent que le système climatique a connu des changements importants et soudains (Martrat *et al.*, 2004), qui ont été déclenchés par des perturbations parfois relativement minimes. On pense que le réchauffement augmente le risque de changements brutaux et à grande échelle (Stern, 2006). Un changement climatique d'origine humaine pourrait modifier des mécanismes majeurs en perturbant la circulation thermohaline atlantique ou en favorisant la fonte des nappes glaciaires terrestres. Des indications récentes suggèrent que, en atteignant ce point charnière, les facteurs de changement externes pourraient être remplacés par des facteurs internes auto-entretenus (van Schalkwyk, 2006) et déclencher peut-être des changements irréversibles sur toute la planète. Pour citer un exemple de rétro-activation positive, la diminution de la zone couverte par les nappes glaciaires modifie le coefficient d'albédo (proportion de radiation solaire réfléchi) et, par conséquent, la quantité d'énergie renvoyée dans l'espace. Cela signifie que moins il y a de glace, plus il y a d'énergie qui réchauffe la Terre, ce qui à son tour accélère la fonte de la glace. Les conséquences de tels scénarios sont impossibles à appréhender, et ils ne sont généralement pas intégrés aux études d'évaluation de l'impact du changement climatique.

La recherche paléoclimatologique indique qu'il y a eu, dans le passé, des changements climatiques soudains et de grande ampleur. La période relativement stable de l'holocène (il y a 10 000 ans) pourrait être un signe d'équilibre partiel assez trompeur, étant donné que le système climatique est extrêmement cinétique, et certains rapports suggèrent que des changements climatiques spectaculaires sont intervenus en quelques décennies à peine (Kennedy *et al.*, 2006).

## 6.4. Adaptation

Si le système climatique se modifie, il faudra que les systèmes socioéconomiques s'adaptent aux nouvelles conditions. Des mesures d'adaptation pourraient aussi avoir d'énormes conséquences sur l'emploi. Par exemple, il faudra une protection supplémentaire des côtes dans certaines régions, afin d'atténuer les effets de l'élévation du niveau de la mer. Il est évident que



de telles entreprises influencent l'activité économique et l'emploi. Par exemple, on peut s'attendre à une augmentation de la demande de travailleurs dans la construction et d'ingénieurs civils. Cependant, le capital investi dans des mesures d'adaptation ne sera pas disponible pour d'autres objectifs, ce qui aura également un impact sur l'activité économique et l'emploi. Par conséquent, le bénéfice net en termes d'emploi est ambigu. En ce qui concerne le secteur des assurances, un changement climatique pourrait déboucher sur une augmentation de la demande de produits d'assurance. D'autre part, les assureurs pourraient réagir au risque accru en augmentant les primes et en proposant des contrats assortis de conditions plus dures. Toutefois, l'évaluation des effets des mesures d'adaptation sur l'emploi ne constitue pas le sujet principal de cette partie.

## 7. Conclusion

Un changement climatique modéré et graduel aura à la fois des impacts positifs et négatifs sur l'activité économique et l'emploi, avec des disparités considérables entre les régions d'Europe. Plusieurs études montrent qu'un réchauffement plus intense serait généralement néfaste, avec un risque accru de réactions non linéaires et de changements brutaux.

En général, des changements modestes des conditions climatiques devraient avoir un impact relativement minime au niveau macro en Europe, en raison des effets de redistribution et de la capacité d'adaptation. Cependant, et même dans le cas d'un scénario aussi optimiste, le changement climatique pourrait avoir d'importants effets négatifs sur l'activité économique et l'emploi au niveau local. Nombre d'études soulignent l'importance des effets de redistribution, tant entre les secteurs économiques qu'entre les régions. L'emploi est toutefois sensible à des changements au niveau local. Les communautés qui dépendent des secteurs primaires, comme l'agriculture, la

foresterie et la pêche, sont les plus vulnérables aux effets du changement climatique.

En Europe, on prévoit que l'impact net sera plus négatif aux basses latitudes qu'aux moyennes et hautes latitudes. En Europe méridionale et dans la péninsule Ibérique, en particulier, les pénuries d'eau, qui constituent déjà un problème dans de nombreuses régions, pourraient être exacerbées par le changement climatique. L'eau disponible représente déjà une contrainte dans certains secteurs d'activité cruciaux, notamment l'agriculture et le tourisme. En Allemagne, on prévoit un équilibre entre les effets positifs et négatifs sur l'activité économique. L'Europe centrale en général est particulièrement exposée à des événements climatiques extrêmes, en particulier aux inondations. En Scandinavie, on prévoit que l'impact du changement climatique sur les activités économiques sera légèrement positif au niveau national, même s'il se pourrait qu'il masque d'importants effets négatifs dans des régions qui dépendent principalement de ressources sensibles au climat.

D'après certains modèles, des températures plus chaudes devraient accroître la productivité agricole dans les régions situées à des latitudes moyennes et hautes et, par conséquent, l'emploi dans le secteur. Dans les pays nordiques, l'impact positif potentiel sur l'agriculture a été contesté dans des études récentes. Le changement climatique affectera négativement la productivité agricole dans la région méditerranéenne. De plus, l'augmentation des incendies de forêt devrait être préjudiciable à l'emploi dans le secteur de la foresterie, en particulier en Europe méridionale. En favorisant la migration des espèces, le changement climatique peut affecter de manière significative les communautés de pêcheurs. De plus, les alternatives en termes d'emploi sont en général peu nombreuses dans de tels contextes.

De nombreuses économies régionales sont tributaires du tourisme. Les caractéristiques climatiques d'une destination déterminent souvent le choix des touristes. Des destinations moins chaudes pourraient devenir plus attrayantes si le climat se réchauffe. En



revanche, des destinations déjà chaudes pourraient s'avérer torrides pour le tourisme balnéaire en été. La demande touristique dans les stations balnéaires, en général autour de la Méditerranée, pourrait se tasser, avec moins de touristes en été en termes relatifs et davantage de touristes au printemps et en automne. Les stations de ski seront également touchées par le réchauffement. Des changements dans les conditions d'enneigement modifieront la viabilité économique des stations de faible altitude surtout, un problème qui s'aggraverait encore parce que la plupart des stations de ski sont situées dans des régions rurales, où les emplois alternatifs sont peu nombreux en hiver.

Les compagnies d'assurances et le secteur financier en général sont exposés aux effets des événements climatiques extrêmes. Le changement relatif à la probabilité d'événements climatiques extrêmes affectera le fonctionnement des marchés de l'assurance, en augmentant les demandes d'indemnisation et en influençant le portefeuille d'actifs considérable que les entreprises du secteur détiennent et gèrent. Un changement climatique en dehors de l'Europe affectera également les assureurs européens en raison de leur implication dans des activités à l'étranger. Des pertes accrues par des demandes d'indemnisation augmenteront la pression sur les compagnies d'assurances, en particulier les plus petites, ce qui pourrait encore intensifier les changements structurels que l'industrie traverse actuellement. Si l'on regarde le bon côté des choses, de nouvelles opportunités pourraient voir le jour en raison du changement climatique, par exemple, une augmentation de la demande de produits et de services d'assurance.

Un changement climatique modéré devrait entraîner une diminution des maladies liées au froid et une augmentation de celles liées à la chaleur, avec probablement un équilibre positif net en Europe. Cela devrait avoir un impact sur l'emploi en raison d'une augmentation de la productivité du travail. Par ailleurs, l'impact pourrait être légèrement négatif sur l'emploi dans le secteur de la santé en raison d'une diminution des besoins en services de santé. On s'attend à ce que des événements climatiques

extrêmes augmentent les besoins en termes de santé et de soins psychologiques. Le risque de propagation de la malaria en Europe est considéré comme relativement faible, étant donné l'existence de conditions socioéconomiques privilégiées et de systèmes de santé efficaces.

L'élévation du niveau de la mer entraînera des pertes de territoires, ce qui affectera les activités agricoles et le tourisme par exemple, si l'on n'y remédie pas en ayant recours à de coûteux systèmes de protection des côtes. L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes provoquera des dégâts aux infrastructures et aux bâtiments.

Le réchauffement réduira les besoins énergétiques destinés au chauffage individuel mais augmentera les besoins en électricité nécessaire à la climatisation en été, ce qui provoquera un impact à la fois positif et négatif sur l'emploi dans le secteur énergétique. Le changement climatique affectera également la production d'énergie. Le potentiel hydroélectrique pourrait augmenter en raison de précipitations plus importantes en Europe septentrionale. En revanche, les faibles débits des cours d'eau en été pourraient limiter la capacité des centrales thermiques.

Tant pendant les entretiens qu'à travers l'analyse de la documentation, nous n'avons pu obtenir que très peu d'informations établissant un lien direct entre le changement climatique et l'emploi. Souvent, les intervenants considèrent que des facteurs autres que le changement climatique et influençant l'activité économique et l'emploi sont plus importants, voire déterminants. Néanmoins, les personnes interrogées soulignent souvent la nécessité d'avoir des informations sur les questions relatives au changement climatique dans le contexte de l'activité économique et de l'emploi en particulier, une demande à laquelle ce projet de recherche espère contribuer.

# Partie II

## L'impact global des mesures de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

### 1. Objectifs

L'étude vise à estimer les coûts et bénéfices potentiels pour l'emploi des mesures destinées à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans l'Union européenne. Elle vise également à fournir des recommandations à la fois pour les instruments de la politique climatique européenne et pour des politiques d'accompagnement social. L'objectif ultime du projet est de construire les bases d'une gestion prévisionnelle des emplois et des qualifications en Europe répondant aux exigences d'une économie sobre en carbone.

Pour la partie de l'étude relative à l'impact des politiques destinées à réduire les émissions, les objectifs spécifiques sont les suivants :

- évaluer quantitativement les mouvements d'emplois au sein et entre les secteurs économiques résultant des changements structurels requis pour réduire les émissions ;
- évaluer les mutations qualitatives des emplois résultant de ces changements ;
- identifier les obstacles et résistances en lien avec l'emploi et les qualifications qui freinent ou s'opposent au développement des activités « gagnantes » ;
- apprécier la capacité de reconversion des travailleurs dans les activités affectées négativement.

### 2. Hypothèses

L'étude considère deux horizons temporels : 2012, qui correspond à la première période d'application du protocole de Kyoto, et 2030 qui fait apparaître des ruptures susceptibles de modifier profondément le cours du développement des secteurs économiques et de l'emploi.

Le postulat fondamental de l'étude est que l'Union européenne respecte ses objectifs en matière de réduction des émissions en 2012 et en 2030. Ceci correspond à une réduction de 8 % en 2008-2012 par rapport à 1990, seuil imposée par le protocole de Kyoto, et à une réduction de 30 % à 50 % en 2030 par rapport à 1990, correspondant à une extrapolation des chiffres avancés par le Conseil européen et le Conseil environnement de mars 2005 (– 15 à – 30 % en 2020 et – 60 % et – 80 % en 2050).

Le champ de l'étude est limité aux émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) liées à l'énergie et à quatre secteurs économiques : la production d'énergie, le transport, l'industrie et le bâtiment et la construction (tableau II.1.). Les émissions ainsi capturées représentent à elles seules plus de 80 % des émissions de gaz à effet de serre de l'Union européenne à 25.





### 3. Les secteurs de l'étude

L'étude couvre quatre secteurs :

Tableau II.1. : Les sous-secteurs dans l'étude

Sous-secteur	Activités spécifiques incluses
Production d'énergie	Production d'électricité Pétrole Biocarburants
Transport	Transport de voyageurs : route, rail, transports collectifs urbains, intermodalité Transport de marchandises : route, rail, maritime, intermodalité
Industrie	Sidérurgie Aluminium Ciment
Construction	

### 4. Impact social et économique des politiques de lutte contre le changement climatique

Les politiques visant à réduire les émissions de GES, si elles ne portent pas directement sur l'emploi, l'affectent indirectement de plusieurs manières. Elles peuvent changer les prix relatifs des productions en fonction de l'intensité des émissions, modifier la demande adressée aux produits et aux technologies par l'instauration de réglementations et de normes, ou encore orienter la R&D et l'innovation vers des processus à faibles émissions.

L'influence des politiques et mesures de lutte contre le changement climatique sur l'emploi a été peu investiguée jusqu'à présent. Les études

disponibles appartiennent essentiellement à trois catégories : les études basées sur des modèles macroéconomiques (OCDE<sup>14</sup>, Prognos<sup>15</sup>...), les études qui évaluent le potentiel de création d'emplois dans les secteurs incontestablement bénéficiaires de la lutte contre le changement climatique, en particulier les énergies renouvelables et l'isolation thermique des bâtiments, et les études qui estiment l'effet d'un instrument politique unique, par exemple l'éco-tax<sup>16</sup>.

Il ressort de ces études que :

- globalement, les mesures d'atténuation du climat induiraient un effet relativement faible, mais positif, sur l'emploi ;
- ce redéploiement accélérera la transformation sectorielle de nos économies, au détriment des secteurs producteurs ou fortement utilisateurs d'énergies fossiles (transports automobiles, par exemple) ;
- de nouvelles professions et industries se développeront, tant dans le public que dans le privé, notamment dans le secteur des énergies renouvelables, des technologies de co-génération d'électricité et chauffage, des technologies d'efficacité énergétique, de la fabrication et installation de matériels d'isolation, et pour les activités de conseils et d'audit énergétique et les transports publics ;
- dans les secteurs traditionnels, de nouvelles activités se développeront et d'anciennes activités seront requalifiées. Ainsi de nouvelles formes de services énergétiques devraient voir le jour dans les compagnies d'électricité ;
- si le marché du travail fonctionne mal, en particulier si la mobilité géographique ou sectorielle des salariés est insuffisante pour compenser le déclin relatif de certaines activités, ce redéploiement pourrait entraîner un chômage de transition.

<sup>14</sup> OCDE, 1997 et 2003.

<sup>15</sup> Prognos, 2001.

<sup>16</sup> Conseil d'analyses économiques, 1998 ; Kohlhaase, 2005.

Ces études rendent compte de manière imparfaite des impacts sur l'emploi. Le coût potentiel de la transition pour les salariés des secteurs « perdants » n'est pas apprécié, ni la vulnérabilité de certaines catégories de travailleurs au regard des possibilités de reconversion. Les obstacles potentiels au développement des nouveaux emplois dans les activités « gagnantes » ne sont pas non plus identifiés.

L'appréciation de la nature, de la magnitude et de la significativité de tels impacts est cruciale à deux titres. Elle permet de prendre les bonnes décisions de politique climatique, en favorisant les politiques qui, à efficacité environnementale égale, génèrent le plus d'emplois et de bénéfice social ou minimisent les coûts pour l'emploi. Elle permet aussi de concevoir des politiques de gestion prévisionnelle des emplois et des qualifications en Europe répondant aux exigences d'une économie sobre en carbone. Ces éléments seront cruciaux pour assurer l'acceptabilité publique des politiques de prévention du changement climatique.

## 5. Méthodologie

La méthodologie utilisée pour apprécier l'impact sur l'emploi des politiques climatiques présente les caractéristiques suivantes :

- la définition de scénarios de politiques et mesures de réduction des émissions à l'horizon 2030 ;
- l'approche systémique ;
- l'analyse quantitative appliquée aux secteurs économiques ;
- la combinaison avec une approche qualitative et empirique ;
- l'articulation des variables nationales et européennes.

### 5.1. La définition de scénarios de politiques et mesures

L'effet à long terme des politiques européennes de prévention du changement climatique sur l'emploi est particulièrement difficile à évaluer et à prévoir s'agissant de politiques qui sont en cours d'élaboration et qui devraient évoluer de manière significative dans les décennies à venir. Seules les simulations de scénarios alternatifs sont possibles.

L'étude utilise des scénarios déjà existants, qui supposent des objectifs de réduction des émissions correspondant aux fourchettes mentionnées par le Conseil environnement de l'Union européenne. L'étude s'articule autour de trois scénarios principaux : un scénario tendanciel ou de référence (*business as usual*, BAU) et deux scénarios alternatifs de politique de réduction des émissions (cf. 6.3).

Bien que ces scénarios prennent en compte l'ensemble des secteurs pertinents pour les émissions de CO<sub>2</sub>, ils ciblent le secteur énergétique et plus particulièrement la production d'électricité et tendent à traiter de manière moins détaillée d'autres secteurs, notamment le transport et l'industrie. Pour évaluer les conséquences sur l'emploi dans ces derniers secteurs, l'examen de scénarios sectoriels s'est révélé nécessaire.

### 5.2. L'approche systémique

L'étude s'inscrit dans une perspective systémique où sont pris en considération à la fois les facteurs de contexte influençant les comportements des acteurs économiques et sociaux et les dynamiques d'acteurs composant l'environnement dans lequel ils évoluent.

Compte tenu de la difficulté à établir un lien de causalité direct entre les politiques climatiques et l'emploi, on analyse les liens de causalité entre les politiques climatiques et des variables d'ordre économique, technologique et stratégique, qui sont à leur tour liées à l'emploi. Ces variables



incluent le niveau d'activité, les infrastructures, la technologie, le comportement des consommateurs et la compétitivité du secteur au niveau mondial.

### 5.3. L'analyse quantitative appliquée aux secteurs économiques

La quantification des impacts potentiels des politiques climatiques sur l'emploi est menée au niveau des secteurs économiques sélectionnés.

La méthode utilisée consiste à estimer le nombre d'emplois directs et, autant que possible, d'emplois indirects, gagnés, maintenus ou perdus dans les différentes filières suite aux politiques du changement climatique. Les emplois directs correspondent aux salariés relevant de la fabrication, de la construction, de l'installation, de l'exploitation et de la maintenance des activités considérées. Les emplois indirects correspondant aux salariés chez les fournisseurs des précédents.

L'extrapolation des emplois créés ou perdus est réalisée à partir, a) de ratios de contenu en emplois des différentes filières considérées et b) de l'évolution des volumes de production de ces filières pour 2020 et 2030. Les chiffres d'emplois correspondent donc à des chiffres calculés et non appréciés directement.

L'estimation des intensités en emploi repose à la fois sur des travaux existants donnant des ratios de contenu en emploi et sur des calculs réalisés par les auteurs. Les évolutions de volume de production sont fournies par les scénarios de politiques et mesures sélectionnés.

Il est important de souligner que cette approche ne permet pas de quantifier les effets nets sur l'emploi résultant des effets de « déplacement » et de redistribution sur l'ensemble de l'économie. Cependant, lorsque ces mécanismes sont importants, on utilise des études fondées sur des modèles d'équilibre général pour donner des indications sur la nature des transferts intersectoriels d'emplois susceptibles de s'opérer dans ces conditions.

### 5.4. La combinaison avec une approche qualitative et empirique

L'analyse quantitative est complétée par une analyse qualitative et empirique qui vise à apprécier :

- l'impact potentiel sur la qualité des emplois, les indicateurs considérés étant les qualifications, les conditions de travail et le statut des emplois (sous-traitance, intégration) ;
- les capacités d'adaptation des différents types de salariés aux changements structurels et les stratégies développées par les acteurs. En termes d'emploi et de qualification, un impact quantitativement faible pourra avoir un effet plus grand sur une population vulnérable qu'un impact plus grand sur des acteurs moins vulnérables ;
- les possibilités d'accompagnement social des transitions.

Cette approche s'appuie sur des interviews d'acteurs, menés dans chaque pays de l'échantillon ainsi qu'au plan européen : entreprises, autorités publiques, collectivités locales, syndicats, ONG environnementales, instituts de recherche. En moyenne, une quinzaine d'entretiens par pays a été réalisée, en partie en face à face, en partie par téléphone. Dans plusieurs pays, la difficulté à obtenir des rendez-vous a limité le nombre d'entretiens.

Outre l'obtention de données, un rôle non négligeable des interviews a été de sensibiliser les acteurs aux liens entre politique climatique et emploi.

Dans quasiment tous les pays, les acteurs ont eu la possibilité de discuter des résultats des études de cas nationales.

Des réunions ont été organisées à Bruxelles pour présenter les résultats préliminaires de l'étude aux experts syndicaux ainsi qu'au comité de pilotage de l'étude, composé de représentants des organismes financeurs et des fédérations syndicales européennes des secteurs concernés par l'étude.

### 5.5. Articulation des variables nationales et européennes

L'étude analyse les interactions entre les variables nationales et les variables européennes en termes d'impact des politiques climatiques sur l'emploi. Cela permet à cette étude d'être un soutien aux compétences nationales, voire régionales, en matière d'emploi et de formation professionnelle initiale et continue, qui doivent être mobilisées pour accompagner la mise en œuvre des politiques climatiques.

Les études de cas nationales portent sur onze États de l'Union européenne : Allemagne, Belgique, Espagne, Finlande, France, Hongrie, Italie, Pologne, Royaume-Uni, Slovaquie et République tchèque.

Cet échantillon de pays peut être considéré comme représentatif de la diversité des situations existant dans l'Union européenne à 25 au regard des questions d'emploi liées aux politiques du changement climatique. Il comporte en effet :

- des pays entrés dans l'Union avant 2004 et des pays entrés lors de l'élargissement de 2004, dans la mesure où les problématiques y diffèrent largement, tant en matière de transport que d'énergie ;
- des pays représentatifs de situations variées en matière de « mix énergétique », notamment production nucléaire *versus* arrêt programmé du nucléaire ;
- des pays représentant un large éventail d'objectifs au titre du protocole de Kyoto, allant de - 25 % à + 15 %<sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> Allemagne : - 21 %, Royaume-Uni : - 12,5 %, Belgique : - 7,5 %, Italie : - 6,5 %, Finlande : 0 %, France : 0 %, Espagne : + 15 %, République tchèque : - 8 %, Hongrie : -, Pologne : - 6 %, Slovaquie : - 8 %.

## 6. Les politiques de réduction des émissions pertinentes, les scénarios

### 6.1. Les politiques climatiques pertinentes d'ici à 2030

Il est très probable que le dispositif européen de lutte contre le changement climatique, fondé sur des plans nationaux plus ou moins aboutis et sur une action communautaire qui se renforce, se prolongera sur la période considérée par l'étude.

#### Les politiques de l'Union européenne

Il est possible de prévoir sans trop d'incertitudes les politiques et mesures de réduction des émissions appliquées d'ici à 2008-2012 en raison, d'une part, des objectifs chiffrés découlant du protocole de Kyoto et, d'autre part, des politiques déjà engagées aujourd'hui. Au-delà de 2012, en revanche, le mix des mesures qui seront appliquées est délicat, sinon impossible, à prévoir, d'où la nécessité de s'appuyer dans cette étude sur des scénarios décrivant des options possibles de réduction des émissions d'ici à 2030.

On peut néanmoins identifier les principaux leviers d'action qui seront mobilisés, à partir des mesures déjà engagées (tableau II.2.) et des orientations adoptées par la Commission<sup>18</sup>. Les politiques et mesures pertinentes pour l'étude sont les politiques d'efficacité énergétique, les politiques en matière d'offre énergétique, le système européen d'échange des quotas d'émissions (SEEQE), la politique en matière de transports et la politique de R&D.

---

<sup>18</sup> Communication de la Commission européenne, 2005.



### Les politiques d'efficacité énergétique

Il existe un quasi-consensus sur le fait que les économies d'énergie sont le moyen le plus rapide et le plus économique pour permettre à l'Union européenne de réduire ses émissions de gaz à effet de serre. Cette activité est également considérée comme fortement génératrice d'emplois.

En octobre 2006, la Commission a publié un plan d'action sur l'efficacité énergétique, qui vise à atteindre 20 % d'économie d'énergie d'ici à 2020 et à économiser ainsi 780 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> à cet horizon, ce qui représente deux fois l'objectif de Kyoto. Les actions proposées visent à renforcer les directives existantes, qui promeuvent l'efficacité énergétique des bâtiments et des appareils et équipements utilisant de l'électricité ; à encourager les investissements d'efficacité énergétique dans les logements sociaux, en particulier dans les nouveaux États membres, par la mobilisation des fonds structurels ; à faciliter le financement des sociétés de services énergétiques qui veulent réaliser des économies d'énergie signalées dans des audits énergétiques ; à développer des plans de formation professionnelle à l'efficacité énergétique à travers les programmes communautaires.

Les dispositifs récemment adoptés devraient produire leurs effets d'ici à 2010. Les plus pertinents pour l'objet de l'étude sont la directive sur la performance énergétique des bâtiments et la directive sur les utilisations finales de l'énergie et les services énergétiques. La première directive, entrée en application en janvier 2006, impose aux États membres d'établir des normes minimales de performance énergétique pour les bâtiments neufs et pour les bâtiments rénovés de grande taille, et exige de la part des vendeurs et loueurs de fournir un certificat de performance énergétique (CPE) aux acheteurs et locataires.

La directive sur les utilisations finales de l'énergie et les services énergétiques, adoptée en décembre 2005, exige des États membres qu'ils définissent des plans d'action nationaux afin de réaliser des économies d'énergie de 1 % par an sur une période de neuf ans, de 2008 à 2017. L'objectif est uniquement indicatif, mais les plans d'action

nationaux devront être approuvés par la Commission et être révisés tous les trois ans. La directive contient une obligation pour les distributeurs et les détaillants d'énergie d'offrir des mesures plus efficaces sur le plan énergétique (« services énergétiques ») à leurs clients, et impose de tenir compte de l'efficacité énergétique dans les marchés publics.

### Le système européen d'échange de quotas d'émissions de CO<sub>2</sub> (SEEQE)

Le système d'échange de quotas d'émissions, entré en vigueur au début de l'année 2005, est la pierre angulaire de la politique européenne en matière de changement climatique. Il limite les émissions de CO<sub>2</sub> d'environ 11 500 installations dans les 25 États membres de l'Union européenne, à travers l'allocation de permis d'émissions par les États membres. Les permis sont échangeables afin de réduire les coûts de mise en œuvre des engagements de Kyoto<sup>19</sup>.

Ce mécanisme s'applique au secteur de la production d'électricité (plus précisément les installations de combustion d'une puissance calorifique de combustion supérieure à 20 MW), aux raffineries, à l'industrie de l'acier, à la production de verre, à la production de ciment et à l'industrie papetière.

Par ailleurs, les entreprises participant au système d'échange de l'Union européenne ont la possibilité d'utiliser les crédits résultant de projets de réduction des émissions réalisés hors de l'Union européenne dans le cadre des mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto (Mécanisme de développement propre [MDP] et mise en œuvre conjointe [MOC]) pour atteindre leurs objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

La Commission a récemment proposé de prolonger le SEEQE au-delà de 2012 et de l'élargir à d'autres gaz et d'autres secteurs à partir de 2013<sup>20</sup>. En décembre 2006, elle a adopté une proposition de directive visant à inclure l'aviation à partir de 2011.

<sup>19</sup> La réduction des coûts est estimée à 1,3 milliard d'euros par an.

<sup>20</sup> COM (2006) 676.



### Les politiques en matière d'offre d'énergie

La promotion des énergies renouvelables est un des rares domaines dans lequel l'Union européenne dispose d'un « droit de regard » dans les *mix* énergétiques nationaux. La directive sur « l'électricité renouvelable »<sup>21</sup>, adoptée en 2001<sup>21</sup>, devrait faire passer, dans l'Union européenne, la part d'électricité produite à partir des sources d'énergie renouvelables de 15,2 % (niveau en 2001) à 21 %, et contribuer ainsi à l'objectif général de porter à 12 % la part de la consommation énergétique à partir de sources d'énergie renouvelables d'ici à 2010.

De nombreux États membres s'avèrent actuellement incapables d'atteindre leurs objectifs nationaux. La Commission européenne a intégré ce retard en ambitionnant 18 % plutôt que 21 %. Néanmoins, des discussions ont lieu actuellement sur l'adoption d'objectifs encore plus ambitieux pour 2020, le Parlement européen s'étant prononcé en faveur d'un objectif de 20 %.

### La cogénération

La directive 2004 sur la promotion de la cogénération de chaleur et d'électricité (2004/8/CE) fournit un cadre pour la promotion de cette technique efficiente dans le but d'accélérer sa pénétration dans les marchés libéralisés de l'énergie. La directive demande aux États membres de réaliser l'analyse de leur potentiel en matière de cogénération à haut rendement, celle-ci étant définie comme la cogénération économisant au moins 10 % d'énergie par rapport à la production séparée de chaleur et d'électricité.

### Politique des transports

L'intégration de la contrainte climatique dans la politique des transports n'a progressé que très lentement jusqu'à présent. Les orientations proposées par Livre blanc de 2001, *La Politique européenne des transports pour 2010* (COM (2001) 370), n'ont pas toutes été suivies d'effets,

notamment l'objectif de « transfert modal » du transport par la route vers des modes de transport moins émetteurs de GES (rail, navigation fluviale, métro, vélo, etc.).

Les trois principaux piliers de la politique européenne en matière de transports sont actuellement les suivants :

- l'engagement volontaire conclu avec l'association des constructeurs européens d'automobiles afin de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> des nouvelles voitures particulières à 140 grammes par kilomètre d'ici à 2008 (174 g/km en 1999). Toutefois, cet engagement n'est pas en passe d'être respecté ;
- la directive « Eurovignette »<sup>22</sup>, adoptée en 2006, permet aux États membres de prélever des taxes sur les poids lourds de plus de 3,5 tonnes et obligent, à partir de 2010, les pays qui prélèvent déjà des péages ou des taxes routières à varier leurs prix selon les normes de pollution des véhicules afin de favoriser les véhicules les moins polluants ;
- la promotion de l'utilisation des biocarburants dans les transports. En 2003, l'Union européenne a adopté une directive incitant les États membres à fixer des objectifs indicatifs pour l'introduction d'une part minimale de biocarburants sur le marché : 2 % en 2005 et 5,75 % en 2010.

La révision du Livre blanc de 2001, publiée en 2006, revient sur l'objectif de « transfert modal », qui est remplacé par l'objectif de comodalité. Ce texte ne laisse pas entrevoir le développement d'une stratégie ambitieuse de réduction des émissions du secteur du transport. Les avancées pourraient venir des mesures suivantes :

- l'internalisation des coûts environnementaux à travers des principes communs pour la tarification de l'usage des infrastructures : en 2008, la Commission présentera un modèle concernant la tarification sur les infrastructures, basé sur l'évaluation de tous les coûts externes de tous les modes de transport ;

<sup>21</sup> Directive 2001/77/EC sur la promotion de l'électricité produite à partir des sources d'énergie renouvelables sur le marché intérieur de l'électricité.



- le développement de la comodalité : soutien aux activités de logistique ;
- une stratégie de l'environnement urbain visant à réduire les émissions de GES, la pollution urbaine et la congestion.

L'utilisation de la fiscalité pour internaliser les coûts sociaux du transport s'est jusqu'à présent heurtée à d'importantes forces d'inertie au sein des États membres, sur un sujet requérant leur unanimité.

Les émissions des transports continuent de progresser et ont augmenté de 26 % depuis 1990.

### **Recherche et développement**

La proposition pour le 7<sup>e</sup> programme cadre européen de R&D représente une augmentation significative du budget consacré aux technologies du changement climatique, de l'énergie et du transport pour 2007 à 2013, avec 8,4 milliards d'euros consacrés à ces thèmes.

### **Autres politiques et mesures**

L'utilisation de la fiscalité énergétique pour des finalités environnementales européennes reste encore très peu avancée. Malgré le succès que constitue son adoption après plusieurs années de négociation, la directive 2003/96/CE sur la taxation des produits énergétiques sera de toute évidence insuffisante pour orienter les choix nationaux vers une réduction de la consommation et des énergies plus respectueuses de l'environnement.

La libéralisation des marchés de l'électricité et du gaz a été jusqu'à présent l'élément moteur de l'action européenne en matière d'énergie. Cependant, son impact ultime sur le niveau des émissions de GES n'est pas clairement établi. Une concurrence accrue entre les différentes sources d'énergie est supposée favoriser des méthodes de production flexibles, moins capitalistiques et à plus petite échelle, correspondant à des productions énergétiques moins émettrices de CO<sub>2</sub>. Les arguments de sens contraire sont pourtant nombreux.

## **Les politiques des onze États membres de l'étude aux horizons 2012 et 2030**

Les politiques et mesures nationales de lutte contre le changement climatique pertinentes sont analysées en détail dans les rapports nationaux. Seule une synthèse est fournie ici, afin de mettre en évidence les principaux points communs et points de divergence.

### **Une quasi-absence de projection pour l'après-2012**

L'ensemble des États membres étudiés a élaboré une stratégie nationale de lutte contre le changement climatique à l'horizon 2010 ou 2012, coïncidant ainsi avec la première période d'application du protocole de Kyoto. Les plans d'action qui les accompagnent sont souvent conçus pour des périodes plus courtes, de 3 à 5 ans. En général, l'objectif de réduction des émissions est celui assigné au pays par le protocole de Kyoto. Seuls les gouvernements britannique et allemand se sont fixés des objectifs plus ambitieux, de -20 % sur le CO<sub>2</sub> au lieu de 12,5 % pour le premier, et une réduction de 25 % en 2005 au lieu d'une réduction de 21 % en 2008-2012 pour le second.

En revanche, seuls quatre États membres ont soit développé des scénarios de réduction des émissions de GES, soit défini des stratégies accompagnées d'objectifs chiffrés de réduction des émissions pour l'après-2012. Des incertitudes de tous types, mais surtout celles qui affectent les engagements internationaux post-Kyoto, rendent difficile l'élaboration de politiques de long terme en matière de réduction de GES. Au Royaume-Uni, une réflexion prospective a été menée à l'horizon 2020 et 2050, avec un objectif de -60 % en 2050 par rapport à 2000. En France, une réduction de 75 % des émissions en 2050 a été étudiée par le groupe de travail Facteur 4. En Allemagne, il existe un objectif de -40 % d'émissions en 2020 si l'Union européenne s'accorde sur -30 % ; une stratégie transport pour 2020 existe déjà, et une stratégie énergétique nationale devrait être définie d'ici à la mi-2007.

En République tchèque, le programme national du changement climatique a fixé un objectif de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de 25 % d'ici à 2020 comparé à 2000.

### **Les points communs des plans nationaux à 2012**

Les mesures d'efficacité énergétique sont vues comme une solution incontournable à mettre en œuvre à court terme dans tous les secteurs à haute intensité énergétique. L'ensemble des plans contient des mesures ciblées sur l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments.

L'ensemble des plans nationaux prévoit une extension de la part des énergies renouvelables, pour la production d'électricité, la cogénération et les biofuels. Les objectifs chiffrés sont ceux établis par les directives européennes. Seuls les pays déjà en avance (Allemagne, Espagne) prévoient de dépasser les objectifs de l'Union européenne.

À l'exception de l'Allemagne, aucun État membre étudié ne prévoit de politique volontariste de réduction des émissions dans les transports. Le plan allemand prévoit la continuation de plusieurs mesures ciblées sur les transports : encouragement du fret ferroviaire, péage autoroutier pour les poids lourds, baisse de la fiscalité sur les automobiles émettant moins de 120 g/km de CO<sub>2</sub> et poursuite du renchérissement du prix des carburants commencé en 1999.

Le plan national d'allocation des quotas, élaboré par chaque État dans le cadre de la directive SEEQE, est l'élément central des stratégies climatiques pour l'ensemble des pays étudiés, en raison du caractère juridiquement contraignant de ce dispositif et du contrôle exercé en amont par la Commission européenne sur le volume des permis d'émissions accordés aux États.

Hormis pour les secteurs couverts par les plans nationaux d'allocation (secteurs industriel et énergétique), la plupart des États membres n'ont pas défini d'objectif sectoriel de réduction des émissions.

Les nouveaux États membres disposant d'excédents d'émissions ne semblent pas avoir de

stratégie pour valoriser ce surplus en attirant des projets de mise en œuvre conjointe. Ainsi, un pays comme la République tchèque, qui dispose d'un potentiel important d'efficacité énergétique (l'intensité énergétique en République tchèque est deux fois inférieure à la moyenne de celle des pays de l'Union), aurait un bénéfice économique important à en tirer s'il mettait en œuvre une stratégie exhaustive de lutte contre les émissions.

### **Les points de divergence entre les plans nationaux à 2012**

Alors que certains États (Espagne, Allemagne) ont mis en place une gamme complète de politiques et de mesures couvrant l'ensemble des secteurs responsables des émissions de CO<sub>2</sub> (énergie, industrie, transport, tertiaire et domestique), dans d'autres pays (Hongrie, République tchèque), seuls certains secteurs ou potentiels de réduction font l'objet d'objectifs stratégiques. Dans ce dernier cas, les secteurs les plus souvent couverts par les objectifs stratégiques sont l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, le secteur le moins couvert étant celui des transports.

Le choix du mix énergétique compatible avec les objectifs de Kyoto est une question qui discrimine fortement les plans nationaux de lutte contre le changement climatique. Certains pays donnent la priorité aux énergies renouvelables ou à la cogénération chaleur-électricité, notamment ceux qui sont déjà les premiers utilisateurs d'énergies renouvelables (Espagne, Allemagne pour les énergies renouvelables, Finlande pour la cogénération), tandis que d'autres mettent en avant l'importance de l'énergie nucléaire dans la production d'électricité pour atteindre des objectifs ambitieux de réduction des émissions, en raison soit du faible potentiel de développement des énergies renouvelables (République tchèque), soit de l'existence d'un parc nucléaire important (France).

Seuls quelques plans nationaux (Allemagne) incluent la promotion de la recherche et développement comme levier pour réduire les émissions. Dans ce cas, l'innovation est considérée comme une solution de moyen et long termes, qui devrait permettre de créer les ruptures technologiques nécessaires à de nouvelles



réductions d'émissions, dans les secteurs industriels qui fonctionnent près de la frontière technologique (sidérurgie par exemple), dans le secteur automobile où la dépendance au pétrole est quasi totale, dans le secteur de l'énergie (énergies renouvelables, hydrogène et pile à combustible) ou dans plusieurs secteurs dans le cas de la capture et du stockage du carbone.

Certains États membres envisagent une utilisation intensive des mécanismes de flexibilité, par le biais d'investissements publics dans des projets MDP et MOC s'ajoutant aux investissements des entreprises, pour atteindre leurs objectifs de Kyoto (Espagne, Italie, Belgique, Finlande), alors que d'autres estiment pouvoir atteindre leurs objectifs par des mesures domestiques uniquement.

## 6.2. L'évolution des émissions de l'Union européenne

### Émissions en 2004

À la date du dernier inventaire disponible (2004), les émissions totales de l'Union européenne à 15 étaient inférieures de seulement 0,9 % à celles de 1990, si on excluait l'utilisation des terres dites LULUCF<sup>22</sup> et de 3 % inférieures avec LULUCF.

La principale cause de l'augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> entre 1990 et 2004 a été la hausse de la demande de transport et des émissions qui en ont résulté (+ 26 %). Dans tous les pays à l'exception du Luxembourg et de l'Allemagne, les émissions liées au transport ont progressé depuis dix ans et continueront à progresser en l'absence de mesures additionnelles.

Dans l'intervalle, les émissions de CO<sub>2</sub> des industries ont considérablement baissé (- 11 %), principalement en raison de la fermeture des industries lourdes des cinq nouveaux Länder après la réunification de l'Allemagne.

Les émissions dans le secteur de l'énergie (+ 6 %) ont progressé, mais moins vite que la

consommation de pétrole, principalement en raison de la substitution du gaz au charbon dans la production d'électricité du Royaume-Uni et de l'Allemagne.

### Perspectives pour 2008-2012

Selon une étude de la Commission réalisée en 2000, les émissions de GES ne devraient diminuer que de 1,4 % entre 1990 et 2010 sur la base des politiques déjà en place. L'Union européenne ne pourra donc tenir ses engagements de 8 % de réduction par rapport au niveau de 1990 pris à Kyoto que grâce à des efforts exceptionnels de la part des pays les plus vertueux, à des politiques et mesures supplémentaires, à l'utilisation des mécanismes de flexibilité de Kyoto (MDP et MOC) ou aux puits de carbone.

Les États membres présentent des perspectives très contrastées. Sur la base de la tendance des émissions en 2004, deux États membres pourraient atteindre leurs objectifs d'ici à 2010 en utilisant uniquement les politiques et mesures domestiques (Suède et Royaume-Uni). Six États membres prévoient d'excéder (Finlande, Luxembourg et Pays-Bas) ou d'atteindre (Allemagne, France, Grèce) leurs engagements par des mesures additionnelles et / ou l'utilisation des mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto et / ou le recours aux puits de carbone. Les États membres restants (Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Irlande, Italie, Portugal) anticipent qu'ils rateront leurs objectifs malgré la mise en œuvre de mesures supplémentaires ou l'utilisation des mécanismes de Kyoto ou de puits de carbone.

Tous les nouveaux États membres de l'Union européenne, excepté la Slovaquie, connaissent un déclin de leurs émissions qui s'explique par la restructuration industrielle qui a suivi la chute du communisme à partir de 1989. Ils ne devraient pas avoir de difficulté à respecter leurs obligations de réduction. La Slovaquie prévoit de respecter ses objectifs en appliquant de nouvelles mesures et en incluant la capture de CO<sub>2</sub> par le changement d'utilisation des terres et les puits de carbone.

<sup>22</sup> LULUCF : *Land use and land use change forestry*, « utilisation des terres et changement d'affectation des terres et foresterie ».



### 6.3. Les scénarios

Trois scénarios ont été choisis pour décrire des options alternatives de politiques et mesures pour réduire les émissions en Europe à l'horizon 2030 :

- un scénario de référence (*business as usual*, BAU), basé sur un prolongement des tendances actuelles en matière de production énergétique ainsi que des politiques énergétiques existantes. Il s'appuie sur le scénario Primes, Mantzos *et al.* (2003). Le scénario BAU intègre certaines politiques pour soutenir les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique, ainsi que les décisions de sortie du nucléaire prises par plusieurs États membres, mais n'envisage pas de mesures supplémentaires pour réduire les émissions de GES ;
- et deux scénarios alternatifs qui s'inscrivent dans le cadre de stratégies actives et ambitieuses de réduction des GES qui supposent des objectifs compatibles avec les fourchettes de réduction proposées par le Conseil environnement de mars 2005 :
  - ⇒ le scénario baptisé « WWF /WI », développé par Wuppertal Institute pour WWF en 2005, se fonde également sur le modèle Primes. Pour ce scénario, les objectifs à long terme sont de - 2,15 % des émissions de CO<sub>2</sub> en moyenne annuelle sur la période 2000-2030,
  - ⇒ le scénario baptisé « AEE nucléaire », correspondant à la variante « nucléaire accéléré » du scénario « trajectoire sobre en carbone » développé par l'Agence européenne de l'environnement (AEE) sur la base du modèle LCEP (Low Carbon Energy Pathway). Le scénario décrit une réduction de - 3,09 % par an sur la période 2000-2020, soit - 20 % d'ici à 2020, - 40 % d'ici à 2030 et - 65 % d'ici à 2050 (base 1990).

Les hypothèses générales concernant l'évolution de la population ou la croissance du PIB (un doublement du PIB de l'Union européenne entre

2000 et 2030) sont les mêmes pour les trois scénarios.

Les scénarios WWF/WI et AEE nucléaire partagent les hypothèses suivantes :

- la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> provient pour partie de l'efficacité énergétique qui conduit à une diminution de la demande de secteurs consommateurs d'électricité, résidentiel et industriel notamment. En témoigne le décrochage du taux de croissance de la production d'électricité par rapport à la croissance du PIB notamment pour les scénarios WWF/WI ;
- la réduction des émissions vise principalement le secteur énergétique, responsable de 80 % des émissions totales actuelles de GES dans l'Union européenne.

Dans les trois scénarios, le secteur des transports continue à représenter un champ d'action difficile pour la réduction des émissions. Les scénarios alternatifs WWF/WI et AEE/nucléaire prévoient que les émissions de CO<sub>2</sub> des transports continuent à augmenter (dépassant de 25 à 28 % leur niveau de 1990 à l'horizon 2030) à cause de la progression régulière de la demande de transport de passagers et de marchandises. Les scénarios n'anticipent pas de modification structurelle de la part relative des différents modes de transport (la route et ses alternatives). La substitution par les biofuels est une hypothèse commune aux deux scénarios alternatifs.

La capture et le stockage du CO<sub>2</sub> n'ont pas été pris en compte comme option de réduction des émissions.

Les scénarios WWF/WI et AEE nucléaire diffèrent sur plusieurs points :

- le scénario WWF/WI envisage une diminution consécutive de la demande en énergie. Se fondant sur une réduction de l'intensité énergétique<sup>23</sup> de 2,1 à 2,7 % par an entre 2000 et 2020, la demande finale en énergie atteint un pic en 2010, puis retombe en 2020. Une telle augmentation de l'efficacité énergétique est un prérequis pour que les énergies renouvelables puissent contribuer

<sup>23</sup> Demande en énergie par unité de PIB.





significativement à la fourniture d'électricité et compenser la sortie du nucléaire, du charbon et la diminution de la consommation en autres combustibles fossiles ;

- ▶ une forte différenciation du mix technologique en matière de production d'électricité, avec une prédominance des énergies renouvelables pour le scénario WWF/WI (40 % de la production d'électricité à l'horizon 2020 pour l'Union européenne à 25) et du nucléaire et du gaz pour le scénario AEE nucléaire : respectivement 30 % pour le nucléaire et 38 % pour le gaz, contre 21 % et 44 % pour le scénario de référence. Le scénario AEE nucléaire prévoit la construction de 40 à 50 centrales d'ici à 2030, alors que le scénario WWF/WI émet l'hypothèse que les engagements de sortie du nucléaire seront respectés et qu'aucune nouvelle centrale nucléaire ne sera construite ;

- ▶ concernant le coût de la mise en œuvre de ces scénarios : le scénario AEE nucléaire estime que la réduction des émissions se fera au prix d'un coût supplémentaire annuel de 100 milliards d'euros en 2030 (environ 0,6 % du PIB en 2030<sup>24</sup>) comparé au scénario de référence, et d'une hausse du prix de CO<sub>2</sub> de 20 euros la tonne en 2020 à 65 euros la tonne en 2030. Dans le scénario WWF/WI, le développement à grande échelle des énergies renouvelables entraîne, par rapport au scénario de référence, une augmentation des coûts pour la production d'électricité à partir de 2010. Ces coûts supérieurs sont cependant en grande partie compensés par une réduction de la demande découlant de l'augmentation de l'efficacité énergétique. En 2050, étant donné le niveau des prix des combustibles fossiles, les coûts sont comparables pour les deux scénarios.

Tableau II.2. : Description synthétique des scénarios de politiques et mesures de réduction des émissions de l'Union européenne à l'horizon 2020-2030

Scénario	Description
BAU/PRIMES <i>Business as usual</i> (Mantzios et al., 2003)	Continuation de la politique actuelle incluant ses politiques et mesures ; pas d'accent sur une politique active climatique ou énergétique ; les objectifs de l'Union européenne ne sont pas atteints.
WWF/WI policies and measures (Lechtenböhrer et al., 2005)	Politique climatique active. Priorité donnée à l'efficacité énergétique et aux économies d'énergie ; renforcement du système européen d'échange des quotas d'émissions ; meilleure pénétration des énergies renouvelables et des technologies de cogénération ; achèvement de la sortie du nucléaire engagée dans certains États membres ; pas de nouvelles ouvertures de centrales nucléaires ; une attention particulière au secteur du transport ; une éco-taxe européenne et une réforme des subventions européennes.
AEE nucléaire (EEA, 2005)	Les objectifs climatiques ne peuvent être atteints qu'à travers une réduction substantielle des émissions de GES en dehors de l'Union européenne ; dans l'Union européenne, l'amélioration de l'efficacité énergétique est la première priorité ; le mix énergétique est modifié sur le long terme ; intensification du marché européen des quotas d'émissions ; 40 à 50 nouvelles centrales nucléaires et réévaluation des stratégies de sortie du nucléaire déjà décidées ; quotas pour les énergies renouvelables ; réforme de la politique actuelle de subventions ; promotion renforcée de la R&D ; sensibilisation accrue aux questions écologiques.

<sup>24</sup> Pour le secteur industriel, en moyenne 1,6 % de la valeur ajoutée (avec des coûts contrastés selon le sous-secteur) ; pour le tertiaire : 0,2 % de la valeur ajoutée ; pour les ménages : entre 110 et 120 euros par ménage par rapport à une hausse des coûts de l'énergie, dans le scénario de référence, de 1 900 euros par ménage pour l'Union européenne à 15 d'ici à 2030.

Les hypothèses retenues en matière de prix des combustibles fossiles sont relativement conservatrices, puisque le scénario Primes 2003 n'intègre pas la hausse des prix du pétrole intervenue en 2005. Toute augmentation supplémentaire de ces prix accroîtra le coût de la production d'électricité à partir des combustibles fossiles et, partant, réduira la différence de coûts entre les scénarios alternatifs et le scénario de référence.

Il en résulte une différence fondamentale pour les préoccupations de cette étude, qui a trait à la localisation des réductions d'émission. Les émissions sont réduites essentiellement en Europe dans le scénario WWF/WI, alors que le scénario AEE nucléaire anticipe que près de la moitié des réductions nécessaires pour atteindre l'objectif présumé de - 40 % d'ici à 2030 serait obtenue par la mise en œuvre des mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto et l'acquisition de crédits d'émissions pour des projets réalisés à l'étranger.

## 7. Les effets anticipés par les acteurs dans les onze États membres étudiés

Les résultats présentés dans cette section s'appuient à la fois sur les interviews d'acteurs et sur les études existantes. Ils n'incluent pas les résultats concernant spécifiquement l'emploi dans les quatre secteurs étudiés, qui sont traités dans les sections qui leur sont consacrées.

### 7.1. Un déficit d'analyse sur les retombées sur l'emploi des politiques climatiques

Globalement, les études analysant le lien entre politiques climatiques et emploi dans les États membres de l'échantillon sont rares. Elles sont

plus fréquentes dans les pays qui ont engagé une politique active de réduction des émissions, comme l'Allemagne. Dans la plupart des cas, elles se limitent à une appréciation quantitative des emplois créés et détruits, et n'explorent que très peu les aspects liés aux qualifications ou à la qualité des emplois.

Dans les nouveaux États membres, l'intérêt de telles analyses n'est pas perçu en raison du caractère embryonnaire des politiques de maîtrise des émissions.

### 7.2. Des niveaux de connaissance et d'implication différenciés des organisations syndicales

L'intérêt et le niveau de connaissance des acteurs syndicaux sur les politiques de lutte contre le changement climatique diffèrent sensiblement dans les anciens et les nouveaux États membres.

Dans les nouveaux États membres étudiés, à l'exception de la Slovaquie, les acteurs syndicaux ont une connaissance réduite des questions relatives aux politiques climatiques. Ils sont peu impliqués dans le processus de consultation accompagnant l'élaboration des plans nationaux d'allocation des quotas. Par contraste, les syndicats de la Slovaquie ont discuté avec le gouvernement et les organisations d'employeurs des retombées sociales et pour l'emploi qui pourraient résulter de l'application du protocole de Kyoto.

Si l'absence d'enjeu réel pour l'emploi à ce stade peut expliquer l'absence d'implication, on peut cependant craindre que le manque d'expertise des organisations syndicales sur ces questions entraîne un risque de faible représentation de leurs intérêts lorsque les mesures climatiques deviendront plus restrictives.

Dans les pays de l'Union européenne à 15, les organisations syndicales possèdent un niveau de connaissance et d'expertise généralement plus développé. Dans un certain nombre de pays, elles sont parties prenantes de dialogues tripartites, avec les gouvernements et les organisations



d'employeurs, sur la mise en œuvre du protocole de Kyoto ou dans les débats nationaux ou régionaux, sur les scénarios de réduction des émissions à long terme.

### **7.3. L'impact sur l'emploi anticipé dépend de l'ambition et de l'effectivité des instruments et politiques en place**

Dans les nouveaux États membres de l'Union européenne, les objectifs de réduction sont faciles à atteindre, et il n'y a pratiquement aucune mesure de lutte contre le changement climatique. Par conséquent, les impacts directs sur l'emploi sont peu perceptibles et peu prévisibles. Toutefois, des craintes sont exprimées à propos de l'effet du renchérissement du prix de l'énergie sur la compétitivité des industries fortement consommatrices d'énergie et sur les emplois associés.

De manière similaire, dans la quasi-totalité des États membres étudiés, les secteurs industriels exposés à la concurrence internationale, comme la sidérurgie, se sont vus allouer des quotas d'émissions confortables dans les plans nationaux d'allocation couvrant la période 2005-2007, par crainte d'effets négatifs sur la compétitivité du secteur. À la date des interviews, les plans nationaux d'allocation des quotas pour la seconde période (2008-2012) étaient encore en préparation, et il était encore trop tôt pour en apprécier le niveau d'exigence.

Dans les anciens États membres, il existe une panoplie complexe de politiques et mesures de réduction des émissions, qui induisent une large gamme d'impacts prévisibles sur l'emploi, négatifs ou positifs, significatifs ou limités. Dans les pays qui ont procédé à des réductions d'émissions, comme l'Allemagne, les préoccupations concernant l'impact sur la compétitivité des secteurs sont plus présentes.

### **7.4. L'impact global net sur l'emploi des politiques de lutte contre le changement climatique par rapport aux scénarios de référence**

Dans aucun des États membres de l'échantillon, il n'a pu être trouvé d'étude récente qui examine l'impact total net sur l'emploi de l'ensemble des politiques et mesures de réduction des émissions appliquées actuellement. Cependant, des études anciennes sont disponibles, de même que des études examinant l'impact d'un instrument politique unique (éco-taxe).

Une étude allemande de Scheelhaase *et al.*<sup>25</sup> arrive à la conclusion que l'impact net sur l'emploi de politiques et mesures de réduction des émissions serait positif. L'étude prévoit la création de 194 000 années-hommes supplémentaires jusqu'à 2020, faisant l'hypothèse d'une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de 25 % d'ici à 2005 et de 40 % d'ici à 2020. Les effets positifs pour l'emploi auront lieu dans les secteurs de la construction et de la rénovation, ainsi que dans l'industrie d'équipement d'efficacité.

Une étude macroéconomique estimant l'impact de l'éco-taxe allemande (taxe additionnelle sur le fuel et l'électricité) sur l'emploi arrive à la même conclusion : 250 000 emplois auraient été créés depuis 1999 grâce à des coûts du travail réduits (le revenu des taxes est utilisé pour réduire les charges sociales). Comparée au scénario de référence, la taxe verte est responsable d'une augmentation de 0,7 % de l'emploi jusqu'à 2003, et devrait entraîner une augmentation totale de l'emploi de 0,46 % d'ici 2010<sup>26</sup>.

En revanche, des études italiennes<sup>27</sup> semblent montrer que l'emploi pourrait être négativement affecté si l'Italie devait consentir d'importants efforts financiers pour acquérir des permis d'émissions lui permettant d'atteindre ses objectifs de Kyoto en 2008-2012. Ceci s'explique par un écart important vis-à-vis des objectifs de

<sup>25</sup> Prognos, 2000.

<sup>26</sup> Kohlhaas, 2005 ; Schleich, J. *et al.*, 2006.

<sup>27</sup> Institut Bruno Leoni, 2003.

Kyoto à l'heure actuelle et par une production d'électricité intensive en émissions en raison d'une utilisation importante du pétrole et du refus du nucléaire.

D'une manière générale, les acteurs interrogés perçoivent l'impact potentiel global sur l'emploi des mesures de réduction des émissions de GES comme mineur (Espagne, République tchèque) et plutôt comme positif (Allemagne).

Compte tenu de la baisse régulière de l'emploi dans les secteurs basés sur les énergies fossiles (production électrique thermique, industrie), la substitution par des activités à faible contenu en carbone, notamment les énergies renouvelables, devrait engendrer, à court terme, un avantage en termes d'emploi global. À moyen et long termes, en revanche, l'amélioration de l'efficacité et l'automatisation des processus industriels dans les nouvelles filières devraient entraîner des gains de productivité du travail et réduire le bénéfice net en termes d'emplois.

### 7.5. L'effet global des mesures de réduction du CO<sub>2</sub> sur l'emploi

Compte tenu des taux de chômage élevés que connaissent la plupart des États membres de l'échantillon, la question de la contribution des politiques climatiques à la lutte contre le chômage mérite d'être posée.

Dans tous les pays étudiés, les secteurs industriels et la production d'électricité à base d'énergies fossiles ont connu des pertes substantielles d'emplois dans le passé, ce qui explique le niveau relativement élevé de chômage. Cette évolution n'est pas directement liée aux politiques de maîtrise des émissions, ni aux réglementations environnementales. Elle est causée principalement par les restructurations économiques (libéralisation et privatisations), le progrès technique et d'autres facteurs économiques tels que la mondialisation et le fonctionnement des marchés financiers.

Ces évolutions ne semblent pas encore tout à fait achevées dans les anciens États membres et, dans les nouveaux États membres, des pertes d'emplois significatives devraient encore se

produire dans le futur (cf. analyse du secteur de la production électrique).

Compte tenu de ces autres influences sur l'emploi, l'impact net positif de la lutte contre le changement climatique ne signifie pas nécessairement une augmentation de l'emploi en termes absolus. Dans le cas de l'Allemagne, l'analyse réalisée dans le cadre de ce rapport estime que la contribution de la lutte contre le changement climatique à la réduction du chômage sera faible, si ce n'est inexistante.

### 7.6. L'effet sur les qualifications et la qualité des emplois

Les acteurs interviewés estiment en général que les politiques climatiques devraient contribuer à augmenter la demande de travailleurs de plus en plus éduqués et qualifiés, et à réduire le nombre d'emplois disponibles pour les travailleurs les moins qualifiés. Il s'agit d'évolutions générales dans l'économie, mais valables aussi pour les mesures d'efficacité énergétique, pour la mise en œuvre du protocole de Kyoto et, bien sûr, pour les nouveaux développements technologiques.

Toutefois, une étude allemande<sup>28</sup> ciblée sur les industries intensives en énergie confirme le transfert vers les emplois correspondant aux niveaux d'éducation les plus élevées (équivalent master) et moyens diplôme (bachelor et agents de maîtrise/techniciens), mais estime que les politiques climatiques n'auront pas d'effet significatif pour les emplois exigeant les qualifications plus basses.

Certains acteurs considèrent que les emplois dans les nouvelles entreprises favorisées par les politiques climatiques, en particulier dans les énergies renouvelables et les services énergétiques, tendent à être moins bien payés et à bénéficier de conditions de travail moins sécurisées que dans les branches établies. Il s'agit cependant là d'une évolution qui n'est pas propre à ces activités, mais qui concerne aussi des nouveaux secteurs comme les technologies de l'information et de la communication (TIC).

---

<sup>28</sup> Schleich, J. *et al.*, 2006.



### **7.7. Un processus de changement structurel faisant des gagnants et des perdants**

Néanmoins, le processus de réduction des émissions de GES apparaît comme un processus de « changement structurel » qui créera des gagnants et des perdants parmi les activités économiques, avec des effets consécutifs sur l'emploi. La comparaison est faite avec d'autres processus de changement structurel, par exemple celui lié à la diffusion des TIC.

On ne peut pas parler de secteur « gagnant » et de secteur « perdant », mais plutôt d'opportunités et de risques engendrées par les politiques climatiques dans chaque secteur qui mèneront à une redistribution de la valeur ajoutée du secteur entre les acteurs économiques en fonction de leur stratégie et de leur aptitude à gérer ces opportunités et risques. Un bon exemple est le développement des énergies renouvelables, dont la valeur ajoutée est de plus en plus capturée par les entreprises de taille industrielle présentes dans le secteur de la fabrication d'équipements.



# Partie III

## Les effets sectoriels des mesures de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

### 1. Production d'électricité

#### 1.1. Les tendances actuelles : émissions, production d'électricité et investissements

##### Les émissions

Au niveau européen, le secteur de la production d'électricité contribue de manière significative à l'émission des GES. À fin 2004, les émissions de GES du secteur représentent 24 % des émissions totales de l'Union européenne à 15. Sur la période 1999-2004, ces émissions se sont accrues de 6 %. L'importance des GES émis par le secteur de l'électricité tient au poids des énergies fossiles dans le mix (54 % en 2004).

##### La production

La croissance de la production d'électricité a été constante sur la période étudiée, avec une croissance moyenne de 2,2 % par an. Toutes les filières énergétiques (renouvelables ou non) ont participé à cette croissance, hormis la production hydroélectrique, qui fluctue selon la pluviométrie.

La croissance des différentes énergies renouvelables (excepté l'hydraulique) a été très dynamique depuis 1994. La filière éolienne a progressé de 34,7 % par an en moyenne et l'électricité biomasse, poussée par le développement de la cogénération dans les pays du nord de l'Europe, a augmenté de 11,9 % par an en moyenne. La multiplication des incitations en faveur de l'électricité solaire dans les principaux États de l'Union devrait permettre à cette dernière de poursuivre sa progression très élevée (+ 30,7 % par an en moyenne).

Toutefois, la progression des énergies renouvelables sur la période 1994-2004 ne doit pas masquer la stagnation de son poids relatif. Le taux européen en 2004 s'élève à 14,4 %, en légère progression par rapport à 2003. Globalement, la tendance à retenir sur l'évolution de ce ratio est celle d'une stagnation car, en 1997 (année de publication du Livre blanc sur le développement des filières renouvelables), la part était de 13,9 %. L'objectif européen de 21 % en 2010 pour l'ensemble des États membres s'éloigne donc un peu plus. Parmi l'ensemble des pays de l'Union européenne, seuls quatre pays sont actuellement proches de leur objectif pour 2010 : la Lettonie, la Slovaquie, la Finlande et le Danemark.



Tableau III.1. et figure III.1. : Part des énergies renouvelables dans la consommation brute d'électricité des pays de l'Union européenne en 2004 (en %)

Source : EurObsv'er, 2006

TWh	1994	2001	2002	2003	2004	TGM/AAGR 94/04	TC/GR 03/04
Geothermie/Geothermal	3,5	4,6	4,8	5,3	5,5	4,9 %	1,6 %
Eolien/Wind	2,9	26,8	36,4	44,4	56,8	34,7 %	27,9 %
Biom et déchets/Biom. and wastes	27,1	52,0	58,8	64,2	75,6	10,8 %	17,7 %
<b>autres biomasse/pompe à chaleur</b>	<b>19,1</b>	<b>36,8</b>	<b>43,1</b>	<b>48,1</b>	<b>58,7</b>	<b>11,8 %</b>	<b>22,1 %</b>
Solaire/Solar	0,045	0,207	0,298	0,475	0,650	30,7 %	36,9 %
Hydraulique/Hydroelectric	331,0	384,2	328,5	323,9	334,8	0,1 %	3,3 %
Stockage (pomp.)/pump storage (hydro)	18,1	28,8	32,0	31,8	33,3	6,3 %	4,6 %
Pompes à chaleur/Heat pump	843,9	954,0	964,5	973,7	987,2	1,6 %	1,4 %
Fossile/Fossil	1354,4	1585,6	1626,1	1704,0	1709,8	2,4 %	0,3 %
<b>tot. renouvelable/renewable</b>	<b>356,4</b>	<b>452,7</b>	<b>413,3</b>	<b>422,4</b>	<b>456,5</b>	<b>2,5 %</b>	<b>8,1 %</b>
<b>Tot. conventionnel/conventional</b>	<b>2205,3</b>	<b>2554,7</b>	<b>2606,0</b>	<b>2693,8</b>	<b>2713,8</b>	<b>2,1 %</b>	<b>0,7 %</b>
<b>Total production</b>	<b>2561,8</b>	<b>3007,4</b>	<b>3019,3</b>	<b>3116,2</b>	<b>3170,3</b>	<b>2,2 %</b>	<b>1,7 %</b>
<b>Part renouvelable/Renew. share</b>	<b>13,9 %</b>	<b>15,1 %</b>	<b>13,7 %</b>	<b>13,6 %</b>	<b>14,4 %</b>		

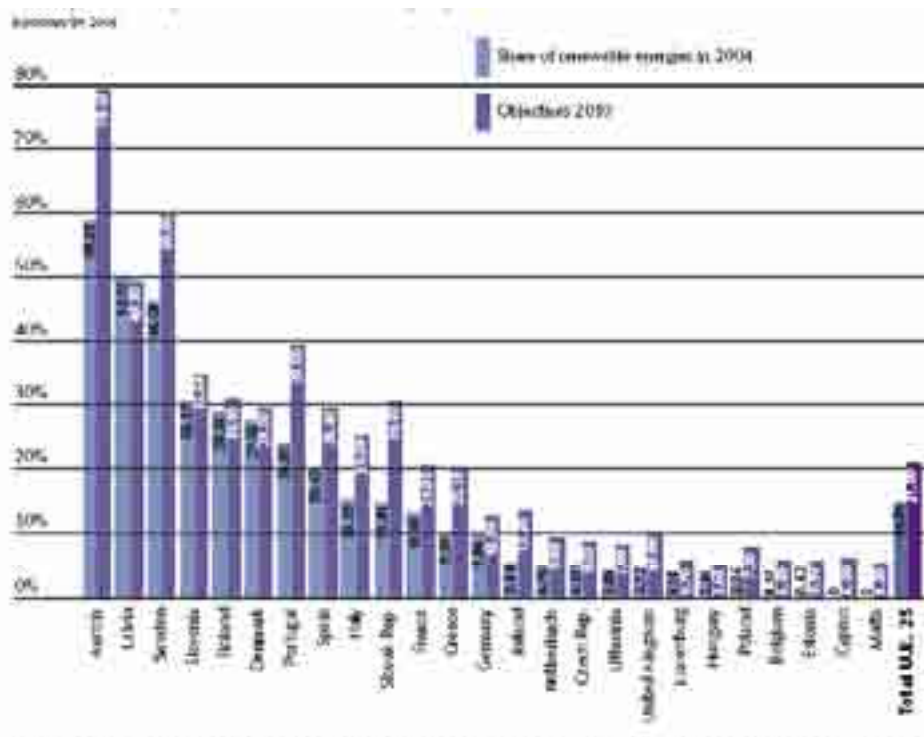


Tableau III.2. : Capacités électriques connectées au réseau en 2005 en Europe de l'Ouest  
Power en Europe (PLATTS) : annuaire des nouveaux projets (janvier 2006)

Pays	Energie / technologie									total	part du total
	gaz	éolien	charbon	hydro	nucléaire	biomasse	solaire	fuel	déchets		
Espagne	5 200									5 200	32%
Italie	4 928		100	158				210		5 396	33%
Royaume-Uni	400					77				400	2%
Allemagne	1 947									2 024	12%
France	1 056	30								1 086	7%
Sous-total cinq grands	13 531	30	100	158	0	77	0	210	0	14 106	87%
Pays-Bas										0	0%
Suède										0	0%
Grèce				162						162	1%
Portugal	800			192						992	6%
Norvège		150		56						206	1%
Autriche										0	0%
Suisse										0	0%
Belgique	385									385	2%
Chypre										0	0%
Irlande		95				250				345	2%
Finlande										0	0%
Danemark										0	0%
Islande										0	0%
Sous-total autres Europe	1 185	245	0	410	0	250	0	0	0	2 090	13%
Total	14 716									16 196	100%
Part du total	91%	2%	1%	4%	0%	2%	0%	1%	0%	100%	

Tableau III.3. : Projets de centrales électriques en construction en Europe de l'Ouest  
Power in Europe (PLATTS) : annuaire de nouveaux projets (avril 2006)

(MW)	énergie / Technologie										Total	% / Total
Pays	Gas	Eolien	Charbon	Hydro	Nucléaire	Bio-masse	Solaire	géo-thermiq	Déchets			
Espagne	9 955		1 400							11 355	27%	
UK		280	130							410	1%	
Italie	13 562									13 562	32%	
Allemagne	4 400	471	2 130			20				7 021	17%	
France	1 300	40			1 600					2 940	7%	
Sous total 5 grands	29 217	791	3 660	0	1 600	20	0	0	0	35 288	83%	
Hollande		219								219	1%	
Suède	260				132					392	1%	
Portugal	400									400	1%	
Norvège	420	40		235						695	2%	
Grèce				162						162	0%	
Autriche				585		62				647	2%	
Suisse										0	0%	
Belgique	120	490								610	1%	
Irlande	550									550	1%	
Finlande	100				1 600					1 700	4%	
Danemark		0								0	0%	
Islande				690				100		790	2%	
Chypre	900									900	2%	
Sous total autre Europe	2 750	749	0	1 672	1 732	62	0	100	0	7 065	17%	
Total	31 967	1 540	3 660	1 672	3 332	82	0	100	0	42 353	100%	
% / Total	75%	4%	9%	4%	8%	0%	0%	0%	0%	100%		



## **1.2. Une reprise de la construction de centrales électriques en Europe<sup>29</sup> qui stabilise, à l'horizon 2010, l'emploi chez les producteurs d'énergie et induit une croissance de l'emploi indirect**

### **Les mises en service de centrales reprennent en Europe de l'Ouest**

Après des années 2002 et 2003 plutôt faibles, les mises en service de centrales électriques retrouvent, en 2004, une croissance qui se confirme en 2005. Alors que l'éolien avait été moteur en Allemagne, en Scandinavie et en Espagne, 90 % des nouvelles centrales actuellement connectées au réseau utilisent le gaz, en cycle combiné avec une turbine à vapeur.

### **L'important volume des capacités de production d'électricité actuellement en construction devrait encore augmenter le rythme des mises en service**

Les centrales actuellement en construction représentent une capacité deux fois et demi supérieure à celle mise en service en 2005, ce qui laisse augurer un accroissement de son rythme.

En effet, il faut à peine plus de 2 ans pour construire une centrale au gaz. De même, la mise en production d'un champ d'éoliennes se réalise sous 2 à 3 ans. En revanche, une centrale au charbon nécessite 4 à 5 ans, voire plus encore, si elle prévoit la capture du CO<sub>2</sub>. Enfin, la centrale nucléaire EPR de Flamanville entrera en production en 2012.

Étant donné ces délais de construction, le caractère très prépondérant du gaz (les trois quarts) dans les projets en construction devrait conduire à une part supérieure de cette énergie dans les mises en service au cours des prochaines années.

## **Loin de se tarir, les nouveaux projets de centrales abondent : 130 MW**

Par rapport au début 2005, les nouvelles capacités en projet de construction ont augmenté de 28 %.

Cette croissance est largement provoquée par le retour en force du charbon parmi les projets de centrales, d'abord en Allemagne, puis aux Pays-Bas et au Royaume-Uni. Dans ces trois pays, ce sont surtout les opérateurs allemands (RWE et EON) ou leurs filiales qui participent aux projets autour de cette énergie.

Plusieurs de ces projets assurent la capture du CO<sub>2</sub> issu de la combustion. Les projets anglais proches de la mer du Nord prévoient même une rémunération de ce CO<sub>2</sub>, car son injection dans les champs de gaz augmenterait leur durée d'exploitation de 20 ans. L'émergence de projets autour du charbon coïncide assez logiquement avec la flambée des prix du gaz et avec l'inflation continue des droits à polluer européens.

En revanche, nous observons un décalage entre l'importance des projets éoliens, souvent soutenus par l'État, et la faiblesse de ceux réellement en construction. Cela traduit des dynamiques très différentes entre les premiers pays éoliens et les autres :

- les parcs allemands, scandinaves et espagnols arrivent à un premier niveau de saturation sur terre et s'orientent massivement vers l'éolien « offshore », c'est-à-dire en mer, ce qui comporte quelques délais supplémentaires ;
- le Royaume-Uni – et plus encore la France – peine à trouver des investisseurs intéressés par les projets que l'administration propose. Les nombreux projets éoliens ne trouvant pas d'investisseurs, les besoins croissants en électricité sont actuellement couverts par de nouvelles centrales au gaz.

<sup>29</sup> Source : Syndex, J.-G. Defrance, avril 2006.

L'Italie et l'Espagne investissant presque seulement sur le gaz, cette énergie constitue toujours la grande majorité des capacités électriques en projet.

De manière générale, les projets lancés en construction en Europe sont « remplacés » voire dépassés par de nouveaux projets plus nombreux ou représentant davantage de capacités.

Tableau III.4. : Europe de l'Ouest : projets de centrale électrique sans fournisseur d'équipement. Power in Europe (PLATTS), annuaire des nouveaux projets (avril 2006)

(MW)	énergie / Technologie									Total	% / Total
Pays	Gas	Eolien	Charbon	Hydro	Nucléaire	Bio-masse	Solaire	géo-thermiq	Déchets		
Espagne	26 550	1 000	0	630			50			28 230	22%
UK	10 820	8 770	3 030	100		30			72	22 822	18%
Italie	18 216		1 980							20 196	16%
Allemagne	4 425	2 673	10 960	45						18 103	14%
France	3 640	588	700	90	2 100	250				7 368	6%
<b>Sous total 5 grands</b>	<b>63 651</b>	<b>13 031</b>	<b>16 670</b>	<b>865</b>	<b>2 100</b>	<b>280</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	<b>96 719</b>	<b>75%</b>
Hollande	3 480		3 000			450				6 930	5%
Suède	400	3 880			726					5 006	4%
Portugal	2 875	1 500		170			62			4 607	4%
Norvège	1 945	2 164								4 109	3%
Grèce	3 693	95		246						4 034	3%
Autriche	1 570		800	480						2 850	2%
Suisse	370			1 460						1 830	1%
Belgique	1 370	216								1 586	1%
Irlande	400	300								700	1%
Finlande		350		44		200				594	0%
Danemark		400				32				432	0%
Islande								80		80	0%
Chypre										0	0%
<b>total autre Europe</b>	<b>16 103</b>	<b>8 905</b>	<b>3 800</b>	<b>2 400</b>	<b>726</b>	<b>682</b>	<b>62</b>	<b>80</b>	<b>0</b>	<b>32 758</b>	<b>25%</b>
<b>Total</b>	<b>79 754</b>	<b>21 936</b>	<b>20 470</b>	<b>3 265</b>	<b>2 826</b>	<b>962</b>	<b>112</b>	<b>80</b>	<b>72</b>	<b>129 477</b>	<b>100%</b>
<b>% / Total</b>	<b>62%</b>	<b>17%</b>	<b>16%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>	<b>1%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	





### 1.3. Les enseignements des scénarios pour la dynamique de l'emploi à l'horizon 2012-2030

#### Les scénarios et leurs caractéristiques

Les scénarios examinés incluent les trois scénarios de base décrits (scénario de référence [BAU], scénario WWF/WI et scénario EEA nucléaire), ainsi qu'un scénario alternatif supplémentaire intitulé « Facteur 4 », accompagné de son scénario de référence, élaboré par la DGEMP française<sup>30</sup>. Le scénario Facteur 4 s'appuie sur les modèles Poles, Medee et Vleem et porte sur l'horizon 2050.

Les éléments fondamentaux qui les distinguent pour le secteur de la production d'électricité sont les suivants :

- ▶ en premier lieu, les scénarios WWF/WI, EEA nucléaire et plus encore Facteur 4 s'inscrivent dans le cadre de stratégies actives et ambitieuses de réduction des gaz à effet de serre : – 2,15 % des émissions de CO<sub>2</sub> en moyenne pour le scénario AEE nucléaire sur la période 2000-2030, – 3,09 % pour le scénario WWF/WI sur la période 2000-2020 et – 4,4 % en moyenne annuelle pour le scénario Facteur 4 sur la période 2001-2030 et pour l'Union européenne à 15 ;
- ▶ en second lieu, la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> provient pour partie de l'efficacité énergétique, qui conduit à une diminution de la demande des secteurs fort consommateurs d'énergie : résidentiel et industriel par exemple, comme en témoigne le décrochage du taux de croissance de la production d'électricité par rapport à la croissance du PIB notamment pour les scénarios WWF/WI et Facteur 4. Ce dernier, plus encore, prévoit une décroissance de la production d'électricité de – 0,24 % en moyenne sur la période

2001-2030, pour une croissance du PIB de 2,3 %.

Le ralentissement de la demande des secteurs consommateurs d'électricité se conjugue suivant les scénarios, avec une forte différenciation du mix technologique en matière de production : énergies renouvelables pour le scénario WWF/WI (40 % de la production d'électricité à l'horizon 2020 pour l'Union européenne à 25) ; nucléaire pour le scénario Facteur 4 (46 % de la production d'électricité à l'horizon 2030 au niveau de l'Union européenne à 15) et nucléaire / gaz pour le scénario AEE : respectivement 30 % pour le nucléaire et 38 % pour le gaz, contre 21 % et 44 % pour le scénario BAU.

Pour sa part, le scénario Facteur 4 explore à l'horizon 2050 les alternatives séquestration et hydrogène qui, de notre point de vue, représentent un enjeu majeur pour l'Europe tant en termes industriels qu'en termes d'évolution soutenable des systèmes nationaux de production d'électricité, compte tenu de la forte différenciation au sein de l'Europe.

#### Méthode de calcul des emplois générés par les filières de production de l'électricité

À défaut, d'une part, d'un modèle de type « échange interindustriel » et, d'autre part, de statistiques sur l'emploi assez fines, nous avons cherché à rendre compte de la dynamique de l'emploi sous-tendant chacun des scénarios, en nous appuyant sur les travaux rendant compte des emplois générés par chacune des filières de production de l'électricité.

Christian Bataille et Robert Galley<sup>31</sup> apportent un éclairage relatif aux emplois générés par chacune des technologies non renouvelables. En considérant l'investissement (R&D et construction), l'exploitation (et maintenance) et le combustible (amont du cycle), ils estiment l'intensité en emplois de la filière nucléaire à 180 emplois par térawattheure (TWh) et par an, contre 105 à 120 pour la filière gaz et 165 pour la

<sup>30</sup> Étude pour une prospective énergétique concernant la France, Observatoire de l'énergie et direction générale de l'Énergie et des matières premières, février 2005.

<sup>31</sup> Bataille C., Galley R., *L'aval du cycle nucléaire. Tome II : Les coûts de production de l'électricité*, Rapport n° 1359, Sénat, 3 février 1999.

filière charbon. Ces évaluations ont été retenues comme références dans l'étude conduite par Antoine Bonduelle<sup>32</sup>. Concernant les énergies renouvelables, nous nous sommes appuyés sur plusieurs sources, notamment sur les travaux de Kammen, Kapadia et Fripp<sup>33</sup>.

Tableau III.5. : Emplois générés par les filières de production d'électricité

FTE/Twhan	Exploitation et maintenance	Exploitation et maintenance, combustible, R&D, Construction FTE /	
Nucléaire	105	180	Bataille
Charbon	110	165	Bataille
Gaz	80	110	Bataille
Hydraulique			
EnR	66	316	
Photo FTE/GWh	0,14	0,66	} Berkeley / Green Peace
Eolien FTE/GWh	0,03	0,32	
biomasse	0,04	0,05	
EnR FTE/Gwh			Mitre
ENR FTE/Twh	0,125	500	Krewitt

En second lieu, nous avons calculé un ratio moyen « énergies renouvelables », en nous appuyant sur le mix moyen issu des études Mitre et WWF/WI, soit 35 % pour l'éolien, 25 % pour le photovoltaïque, 21 % pour la biomasse et 19 % pour l'hydraulique.

### Impact sur la dynamique de l'emploi

Les évaluations réalisées sur la base de ces intensités en emploi par filières technologiques permettent d'appréhender les enjeux liés à l'évolution du secteur de la production d'électricité, tant en termes d'emplois liés à l'exploitation et à la maintenance (directs et indirects) que d'emplois générés par les investissements d'infrastructures.

#### L'impact sur l'emploi lié à l'exploitation et à la maintenance

Le premier enseignement qui se dégage de cet exercice d'évaluation porte sur l'évolution de l'emploi global lié à l'exploitation et à la maintenance.

La baisse de la consommation d'électricité par rapport au scénario de référence se traduit par un ralentissement sensible de la progression de la production d'électricité, sous l'effet de la réduction de l'intensité énergétique, se traduisant *de facto* par un écart de plus de 80 000 emplois équivalent temps plein (ETP) en 2030 pour le scénario Facteur 4, 65 000 emplois ETP en 2020 pour le scénario WWF/WI et 15 000 emplois ETP en 2030 pour le scénario EEA nucléaire.

Ainsi, à la différence du scénario de référence, qui anticipe une croissance de l'emploi de 1 % par an, l'emploi demeurerait stable pour les scénarios WWF/WI et EEA nucléaire, voire serait en légère décroissance pour le scénario WWF/WI sur la période 2000-2020. Seul le scénario Facteur 4 marque une rupture, avec un recul de l'emploi en moyenne annuelle de -0,35 % sur la période 2001-2030.

Le scénario Facteur 4, le plus ambitieux de ce point de vue avec une décroissance de l'activité en moyenne de -0,24 % pour une croissance de PIB de +2,3 %, montre toutefois que la baisse d'emploi demeure relativement faible (-0,17 % en 2010 et -0,35 % en 2030).

#### Ainsi, les scénarios WWF/WI et plus encore Facteur 4 confirment la sensibilité de l'emploi à l'évolution de l'efficacité énergétique des consommateurs d'énergies.

Le deuxième enseignement concerne l'évolution par type d'énergies. Les dynamiques décrites ci-dessus montrent des évolutions fortement différenciées par type d'énergie suivant le scénario retenu :

- une croissance des emplois induits par le gaz et par les énergies renouvelables pour l'ensemble des scénarios, hormis Facteur 4 pour le gaz sur la période 2001-2030 ;
- une décroissance sensible des emplois induits par le charbon sur la même période (division par 3 environ). Le scénario Facteur 4, pour sa part, formule l'hypothèse d'une évolution positive de l'emploi à l'horizon 2050, sous l'effet de la maturité de la technologie de séquestration du CO<sub>2</sub> ;
- une décroissance des emplois induits par le nucléaire, hormis pour les scénarios EEA nucléaire et Facteur 4.

<sup>32</sup> *Eole on Pluton 2003*, rapport commandité par Greenpeace.

<sup>33</sup> Kammen, Kapadia & Fripp, *Putting Renewables to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate?*, Berkeley, avril 2004.



**Ces résultats confirment les changements importants dans la structure des emplois directs et indirects** et soulèvent la question des moyens à mettre en œuvre afin d'assurer la mobilité professionnelle des salariés concernés.

Suivant la structure actuelle du mix énergétique, l'impact du changement de mix énergétique sera d'une ampleur fort différente suivant les pays de l'Union européenne. À travers les cas de la Belgique et de l'Allemagne, nous tenterons d'éclairer la question posée par la sortie du nucléaire dans le cadre d'une politique active de lutte contre le changement climatique.

#### *L'impact sur l'emploi lié aux investissements*

Le deuxième résultat concerne l'évolution de l'emploi généré globalement par les investissements d'infrastructures (équipementiers, construction, installation) :

- les emplois engendrés par les investissements sont, dans l'ensemble des scénarios, animés par une dynamique de croissance relativement soutenue sur la période 2001-2030 ;
- cette croissance est supérieure à celle prévue par le scénario de référence dans les scénarios WWF/WI et EEA nucléaire, l'écart étant respectivement de 80 000 et 50 000 emplois ETP.

Le second résultat concerne les emplois générés par type d'énergie :

- sur la période 2001-2030, les emplois concernant la filière des énergies renouvelables connaissent une forte croissance, comprise entre + 5,85 % pour WWF/WI et + 1,4 % pour Facteur 4. Cette croissance est supérieure

à celle prévue par le scénario de référence, d'environ 90 000 emplois ETP pour le scénario WWF/WI et 55 000 emplois pour le scénario EEA nucléaire ;

- sur la période 2001-2030, les emplois de la filière gaz évoluent positivement pour l'ensemble des scénarios, hormis Facteur 4 (- 1,07 %), quoique à un rythme moins élevé que dans le scénario de référence (déficit situé entre 10 000 et 30 000 emplois ETP) ;
- à l'inverse, les emplois induits par les filières nucléaires et charbon s'inscrivent à la baisse, sauf pour les scénarios EEA Nucléaire et Facteur 4.

#### *Bilan de la dynamique d'emploi dans le secteur de la production d'électricité*

Sur la période considérée, l'emploi global, y compris les effets induits liés aux investissements, progresse sensiblement par rapport à la situation de référence. Compte tenu des pertes d'emploi liées à la production et à la maintenance, l'industrie des biens d'équipement est largement bénéficiaire.

Ainsi, loin d'être défavorables à l'emploi, les politiques actives et ambitieuses de réduction de l'intensité énergétique apportent une contribution positive à l'emploi d'un point de vue global bien qu'elles conduisent à une légère érosion de l'emploi dans le secteur de la production d'électricité (WWF/WI et F4). A contrario, l'industrie se trouve confortée et enregistre une progression de ses emplois, d'où une véritable interrogation en matière de politique industrielle en cohérence avec les objectifs de réduction des GES.

Tableau III.6. : Présentation synthétique des scénarios – éléments énergétiques (TWh)

	BAU				P&M Wuppertal			EEA LCEP		
	2000	2010	2020	2030	2000	2010	2020	2000	Baseline 2030	Nuclear Accelerated
UE 25										
Electricity generation TWh	2 898	3 400	3 950	4 397	2 898	3 200	3 300	2 898	4 397	4 271
Nuclear	921,6	952,0	837,4	800,3	921,6	960,0	792,0	921,6	800,3	1 259,9
Solid	912,9	618,8	501,7	659,6	912,9	608,0	264,0	912,9	659,6	226,4
Oil	173,9	81,6	55,3	35,2	173,9	64,0	0,0	173,9	35,2	0,0
Gas	466,6	1 111,8	1 738,0	1 934,7	466,6	928,0	924,0	466,6	1 934,7	1 614,4
Biomass-waste	58,0	102,0	150,1	175,9	58,0	96,0	462,0	58,0	175,9	85,4
Hydro and other renewables	342,0	357,0	383,2	413,3	342,0	384,0	495,0	342,0	413,3	597,9
Wind	23,2	176,8	284,4	378,1	23,2	160,0	363,0	23,2	378,1	486,9
Mt CO2	1 228,0	1 235,0	1 403,0	1 613,0	1 228,0	1 078,0	656,0	1 228,0	1 613,0	640,0
Annual Growth rate (%)		0,06%	0,67%	0,91%		-1,29%	-3,09%		0,91%	-2,15%
Carbon intensity TCO2/MWh	0,42	0,36	0,36	0,37	0,42	0,34	0,20	0,42	0,37	0,15
GDP (in 000 Euro'00)	8939	11433	14462	18020	8939	11433	14462			
GDP Growth rate %		2,49%	2,43%	1,53%		2,77%	2,43%			
Electricity generation TWh Growth rate		1,61%	1,56%	1,40%		1,00%	0,65%		1,40%	1,30%
Nuclear		0,33%	-0,48%	-0,47%		0,41%	-0,75%		-0,47%	1,05%
Solid		-3,81%	-2,95%	-1,08%		-3,98%	-6,01%		-1,08%	-4,54%
Oil		-7,29%	-5,57%	-5,19%		-9,51%	-100,00%		-5,19%	-100,00%
Gas		9,07%	6,80%	4,86%		7,12%	3,48%		4,86%	4,22%
Biomass-waste		5,81%	4,87%	3,77%		5,18%	10,94%		3,77%	1,30%
Hydro and other renewables		0,43%	0,57%	0,63%		1,17%	1,87%		0,63%	1,88%
Wind		22,53%	13,35%	9,75%		21,31%	14,75%		9,75%	10,68%

	UE15 BAU			F4 UE 15			F4 UE 15 2050		
	2000	2010	2030	2001	2010	2030	Baseline	Séque- stration	Hydrogen
UE 25									
Electricity generation TWh	2 574	3 007	3 530	2 574	2 594	2 400	2 300	2 300	2 300
Nuclear	864,0	894,0	745,0	864,0	864,0	1 100,0	1 400,0	842,5	1 102,2
Solid	772,2	496,2	420,1	772,2	630,0	320,0	50,0	544,0	
Oil	128,7	60,1	35,3	128,7	100,0	80,0			
Gas	414,4	983,3	1 553,2	414,4	500,0	300,0	250,0	270,0	403,8
Biomass-waste	51,5	90,2	134,1	51,5					
Hydro and other renewables	344,0	483,0	643,0	344,0	500,0	600,0	600,0	643,3	794,0
Wind									
Mt CO2	948,0	951,9	1 280,5	948,0	900,0	400,0			
Annual Growth rate (%)		0,04%	1,51%		-0,58%	-4,44%			
Carbon intensity TCO2/MWh	0,37	0,32	0,36	0,37	0,35	0,17			
GDP (in 000 Euro'00)	8545	10859	16920						
GDP Growth rate %		2,43%	2,30%		2,3%	2,3%		2,3%	2,3%
Electricity generation TWh Growth rate		1,57%	1,06%		0,09%	-0,24%	-0,23%	-0,23%	-0,23%
Nuclear		0,34%	-0,49%		0,00%	0,81%	0,97%	-0,05%	0,49%
Solid		-4,33%	-2,01%		-2,01%	-2,89%	-5,33%	-0,70%	-100,00%
Oil		-7,33%	-4,22%		-2,49%	-1,57%	-100,00%	-100,00%	-100,00%
Gas		9,02%	4,50%		1,90%	-1,07%	-1,01%	-0,85%	-0,05%
Biomass-waste		5,77%	3,24%				-100,00%	-100,00%	-100,00%
Hydro and other renewables		3,45%	2,11%		3,81%	1,87%	1,12%	1,26%	1,69%
Wind									



Figures III.2. : Présentation synthétique des scénarios (suite)

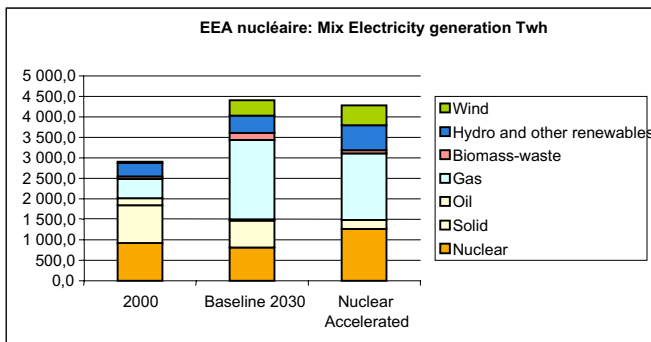
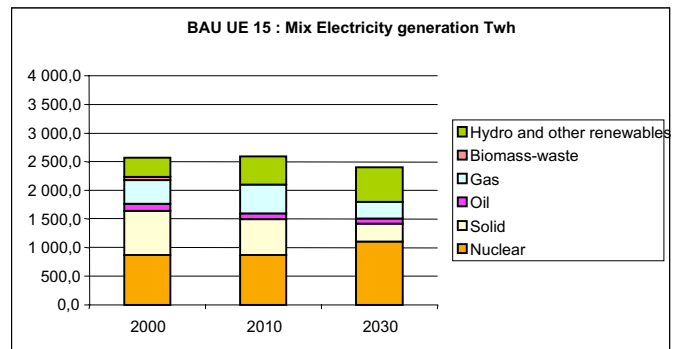
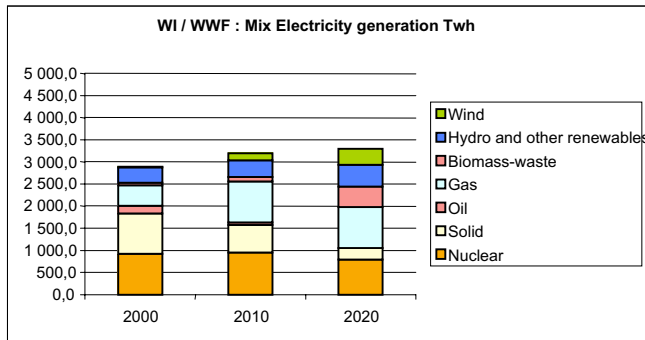
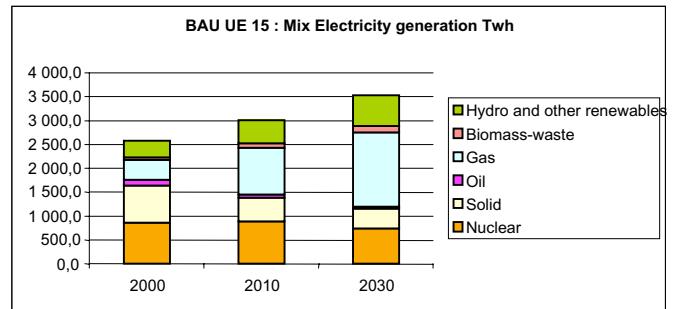
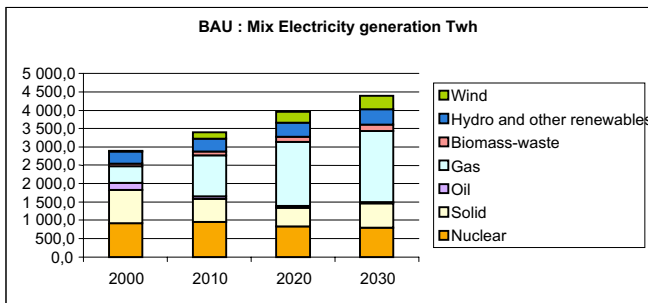
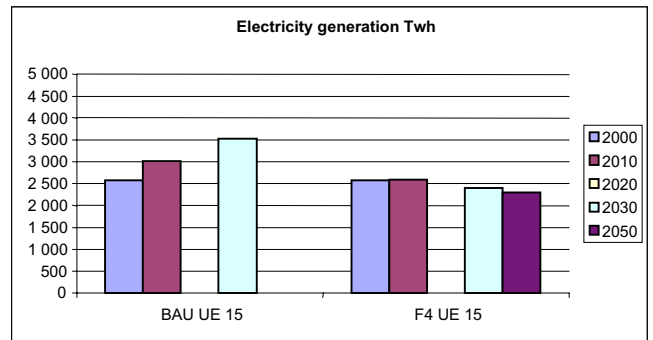
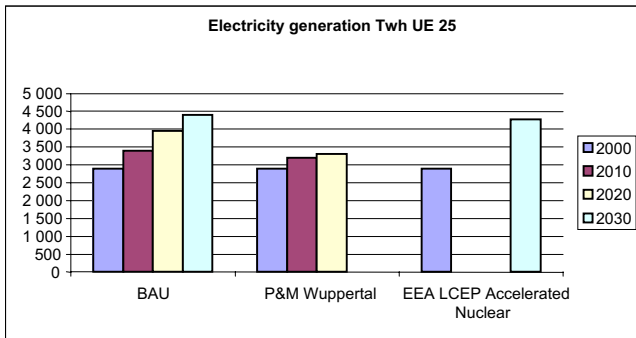




Tableau III.7. : Dynamique de l'emploi direct (exploitation et maintenance)  
- données des scénarios par filière de production électrique

O&M et procédés fuel	BAU				P&M Wuppertal			EEA LCEP		
	2000	2010	2020	2030	2000	2010	2020	2000	Baseline 2030	Nuclear Accelerated
UE 25	276 342	305 463	340 537	378 010	276 342	289 280	273 240	276 342	378 010	363 586
FTE										
Nucléaire	96 764,2	99 960,0	87 927,0	84 026,7	96 764,2	100 800,0	83 160,0	96 764,2	84 026,7	132 294,2
Solide	100 415,7	68 068,0	55 181,5	72 550,5	100 415,7	66 880,0	29 040,0	100 415,7	72 550,5	24 899,9
Fuel	13 910,4	6 528,0	4 424,0	2 814,1	13 910,4	5 120,0	0,0	13 910,4	2 814,1	0,0
Gaz	37 326,2	88 944,0	139 040,0	154 774,4	37 326,2	74 240,0	73 920,0	37 326,2	154 774,4	129 155,0
Biomasse - déchets										
Hydro et autres renouvelables	27 925,1	41 962,8	53 964,9	63 844,4	27 925,1	42 240,0	87 120,0	27 925,1	63 844,4	77 236,8
Eolien										

Taux de croissance de la production d'électricité (en tWh)	1,61%	1,56%	1,40%	1,00%	0,65%	1,40%	1,30%
FTE	1,01%	1,05%	1,05%	0,46%	-0,06%	1,05%	0,92%
Nucléaire	0,33%	-0,48%	-0,47%	0,41%	-0,75%	-0,47%	1,05%
Solide	-3,81%	-2,95%	-1,08%	-3,98%	-6,01%	-1,08%	-4,54%
Fuel	-7,29%	-5,57%	-5,19%	-9,51%	-100,00%	-5,19%	-100,00%
Gaz	9,07%	6,80%	4,86%	7,12%	3,48%	4,86%	4,22%
Biomasse - déchets							
Hydro et autres renouvelables	4,16%	3,35%	2,79%	4,23%	5,85%	2,79%	3,45%

O&M et procédés fuel	UE15 BAU			F4 UE 15			F4 UE 15 2050		
	2000	2010	2030	2001	2010	2030	Baseline	Séquestration	Hydrogen
UE 25	245 213	269 753	302 804	245 213	241 020	220 700	212 100	212 360	200 439
FTE									
Nucléaire	90 720,0	93 870,0	78 225,0	90 720,0	90 720,0	115 500,0	147 000,0	88 462,5	115 731,0
Solide	84 942,0	54 577,1	46 207,7	84 942,0	69 300,0	35 200,0	5 500,0	59 840,0	0,0
Fuel	10 296,0	4 811,2	2 824,0	10 296,0	8 000,0	6 400,0	0,0	0,0	0,0
Gaz	33 153,1	78 663,1	124 256,0	33 153,1	40 000,0	24 000,0	20 000,0	21 600,0	32 304,0
Biomasse - déchets									
Hydro et autres renouvelables	26 101,7	37 831,9	51 291,2	26 101,7	33 000,0	39 600,0	39 600,0	42 457,8	52 404,0
Eolien									

Taux de croissance de la production d'électricité (en tWh)	1,57%	1,06%	0,09%	-0,24%	-0,23%	-0,23%	-0,23%
FTE	0,96%	0,71%	-0,17%	-0,35%	-0,29%	-0,29%	-0,40%
Nucléaire	0,34%	-0,49%	0,00%	0,81%	0,97%	-0,05%	0,49%
Solide	-4,33%	-2,01%	-2,01%	-2,89%	-5,33%	-0,70%	-100,00%
Fuel	-7,33%	-4,22%	-2,49%	-1,57%	-100,00%	-100,00%	-100,00%
Gaz	9,02%	4,50%	1,90%	-1,07%	-1,01%	-0,85%	-0,05%
Biomasse - déchets							
Hydro et autres renouvelables	3,78%	2,28%	2,37%	1,40%	0,84%	0,98%	1,40%



Figures III.3. : Dynamique de l'emploi direct et indirect dans le secteur de la production d'électricité (exploitation et maintenance)

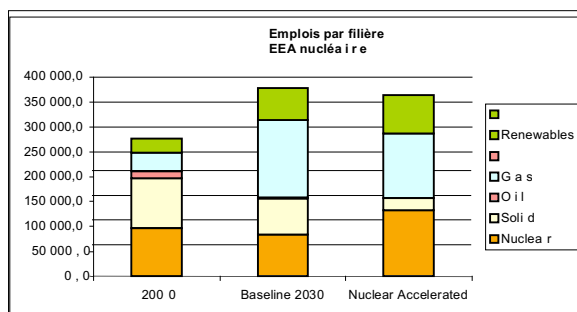
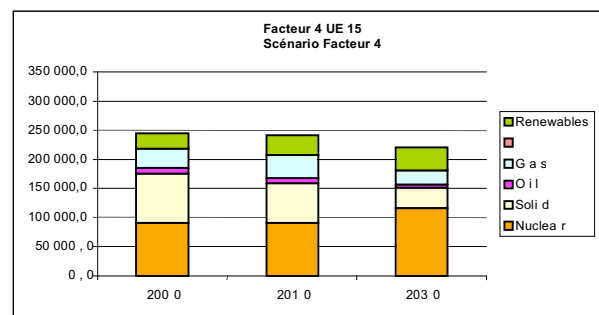
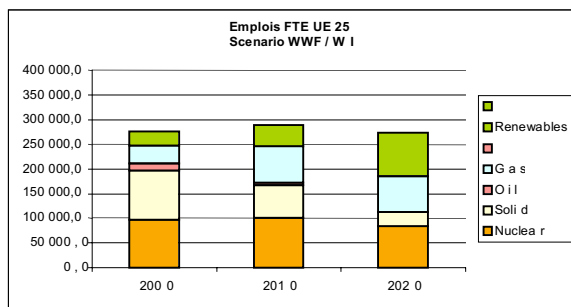
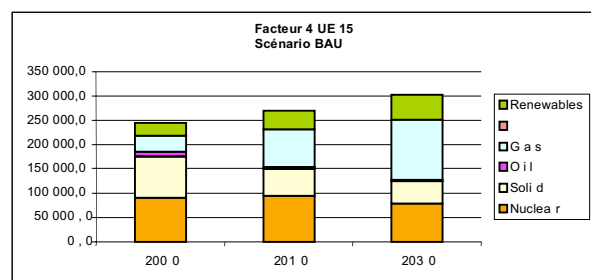
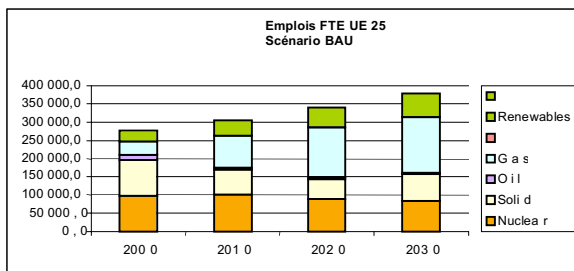
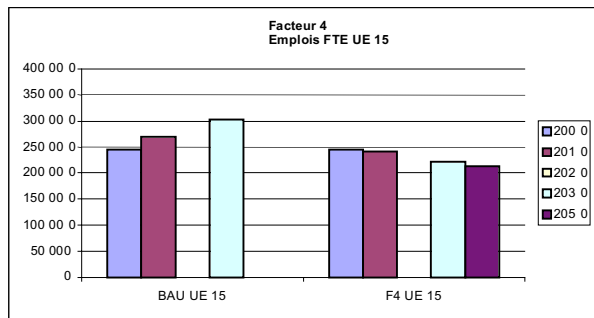
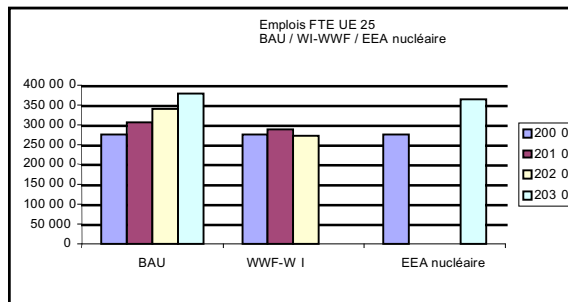


Tableau III.8. : Dynamique de l'emploi induite par les investissements (fabrication, construction, installation)

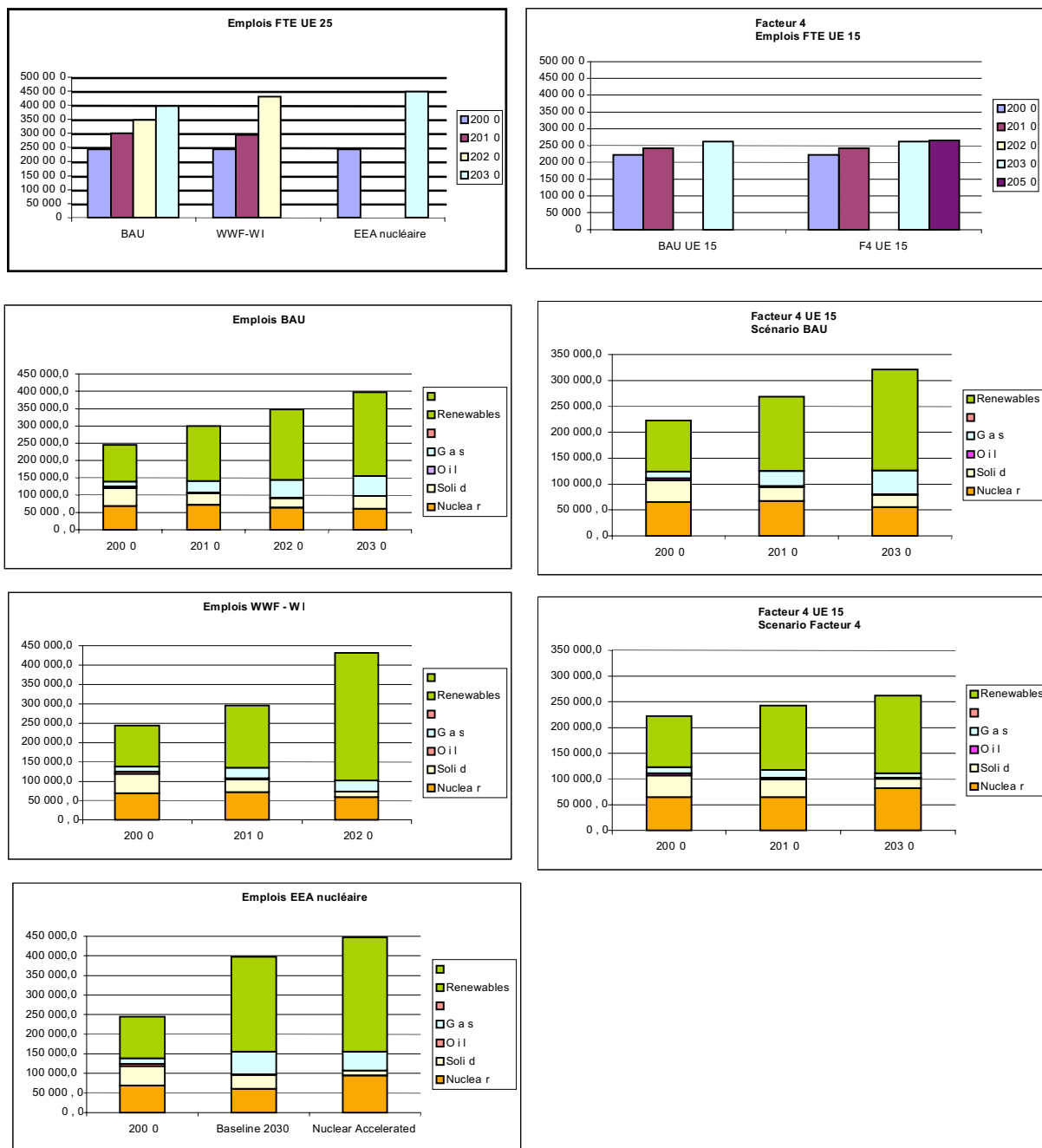
Construction, manufacturing, installation	BAU				P&M Wuppertal			EEA LCEP		
	2000	2010	2020	2030	2000	2010	2020	2000	Baseline 2030	Nuclear Accelerated
UE 25	244 316	300 186	348 607	397 225	244 316	295 200	431 640	244 316	397 225	447 942
FTE	69 117,3	71 400,0	62 805,0	60 019,1	69 117,3	72 000,0	59 400,0	69 117,3	60 019,1	94 495,9
Nuclear	50 207,9	34 034,0	27 590,8	36 275,3	50 207,9	33 440,0	14 520,0	50 207,9	36 275,3	12 450,0
Solid	5 216,4	2 448,0	1 659,0	1 055,3	5 216,4	1 920,0	0,0	5 216,4	1 055,3	0,0
Oil	13 997,3	33 354,0	52 140,0	58 040,4	13 997,3	27 840,0	27 720,0	13 997,3	58 040,4	48 433,1
Gas										
Biomass-waste										
Hydro and other renewables	105 777,0	158 950,0	204 412,5	241 835,0	105 777,0	160 000,0	330 000,0	105 777,0	241 835,0	292 563,5
Wind										
697 215										
Taux de croissance de la production d'électricité (en tWh)		1,61%	1,56%	1,40%		1,00%	0,65%		1,40%	1,30%
FTE		2,08%	1,79%	1,63%		1,91%	2,89%		1,63%	2,04%
Nuclear		0,33%	-0,48%	-0,47%		0,41%	-0,75%		-0,47%	1,05%
Solid		-3,81%	-2,95%	-1,08%		-3,98%	-6,01%		-1,08%	-4,54%
Oil		-7,29%	-5,57%	-5,19%		-9,51%	-100,00%		-5,19%	-100,00%
Gas		9,07%	6,80%	4,86%		7,12%	3,48%		4,86%	4,22%
Biomass-waste										
Hydro and other renewables		4,16%	3,35%	2,79%		4,23%	5,85%		2,79%	3,45%

Construction, manufacturing, installation	UE15 BAU			F4 UE 15			F4 UE 15 2050		
	2000	2010	2030	2001	2010	2030	Baseline	Séquestration	Hydrogen
UE 25	222 434	268 944	320 919	222 434	242 450	261 500	265 250	262 033	293 279
FTE	64 800,0	67 050,0	55 875,0	64 800,0	64 800,0	82 500,0	105 000,0	63 187,5	82 665,0
Nuclear	42 471,0	27 288,5	23 103,9	42 471,0	34 650,0	17 600,0	2 750,0	29 920,0	0,0
Oil	3 861,0	1 804,2	1 059,0	3 861,0	3 000,0	2 400,0	0,0	0,0	0,0
Gas	12 432,4	29 498,7	46 596,0	12 432,4	15 000,0	9 000,0	7 500,0	8 100,0	12 114,0
Biomass-waste									
Hydro and other renewables	98 870,0	143 302,5	194 285,0	98 870,0	125 000,0	150 000,0	150 000,0	160 825,0	198 500,0
Wind									
Taux de croissance de la production d'électricité (en tWh)		1,57%	1,06%		0,09%	-0,24%	-0,23%	-0,23%	-0,23%
FTE		1,92%	1,23%		0,87%	0,54%	0,35%	0,33%	0,55%
Nuclear		0,34%	-0,49%		0,00%	0,81%	0,97%	-0,05%	0,49%
Solid		-4,33%	-2,01%		-2,01%	-2,89%	-5,33%	-0,70%	-100,00%
Oil		-7,33%	-4,22%		-2,49%	-1,57%	-100,00%	-100,00%	-100,00%
Gas		9,02%	4,50%		1,90%	-1,07%	-1,01%	-0,85%	-0,05%
Biomass-waste									
Hydro and other renewables		3,78%	2,28%		2,37%	1,40%	0,84%	0,98%	1,40%



Figures III.4. : Dynamique de l'emploi engendrée par les investissements dans le secteur de la production d'électricité



#### 1.4. Sortie du nucléaire et réduction des émissions : illustration des implications pour l'emploi à travers les cas de la Belgique et de l'Allemagne

##### Substitution du nucléaire par le gaz et le charbon à l'horizon 2030 dans le scénario de référence belge

Le scénario de référence (BAU) décrit les changements dans la structure de la production d'électricité en Belgique d'ici à 2030, en faisant l'hypothèse de la mise en œuvre de la loi sur la sortie progressive du nucléaire, mais sans supposer de politiques et mesures additionnelles pour réduire les émissions de GES.

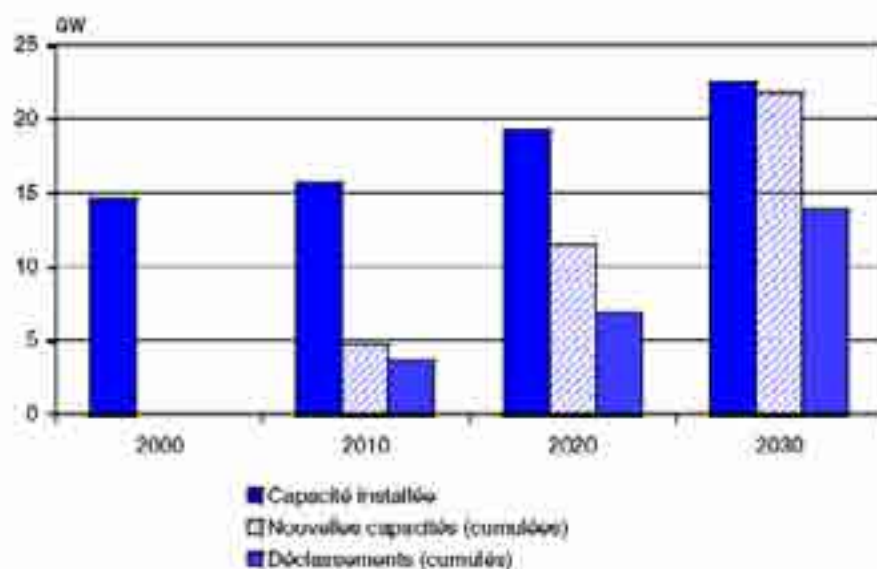
Sur la période 1990-2000, on observe une relative stabilité de l'allocation de la production entre énergies non fossiles et fossiles : les centrales nucléaires assurent ainsi quelque 60 % de la production d'électricité et les centrales brûlant des combustibles fossiles un peu moins de 40 %.

Au sein de cette seconde catégorie, des substitutions entre combustibles fossiles ont cependant eu lieu : la part du charbon et des produits pétroliers s'est progressivement réduite au profit du gaz naturel (25 % en 2000, contre 10 % en 1990) à la suite de la mise en service des centrales TGV.

La période 2000-2030 couverte par le scénario de référence (BAU) devrait être marquée par la poursuite de la croissance de la part du gaz naturel dans la production d'électricité. Cette part atteindrait un maximum de 60 % en 2020, soit quelque 65 000 GWh. Cette croissance est due au développement des centrales à cycle combiné et de la cogénération. À l'inverse, la production d'électricité d'origine nucléaire verrait sa part diminuer régulièrement : légèrement d'abord, jusqu'à atteindre 50 % en 2010, plus significativement ensuite en raison du déclassement programmé des centrales nucléaires.

La production d'électricité à partir du charbon connaîtrait de nouvelles perspectives au-delà de 2020, après un déclin régulier et significatif entre 1990 et 2020, en raison du déclassement et du

Figure III.5. : Évolution des capacités installées







non-remplacement des centrales thermiques classiques existantes. En 2020, la production d'électricité à partir du charbon représenterait seulement 1 % de la production totale. Ces nouvelles perspectives déboucheraient sur le développement des centrales supercritiques, qui ont un rendement de conversion (environ 50 %) supérieur aux centrales thermiques classiques et qui deviendraient compétitives à partir de 2020 par rapport aux centrales au gaz à cycle combiné. À la fin de la période de projection, la production

d'électricité à partir du charbon dépasserait la part qui était la sienne en 1990 et 2000

(respectivement 22 % et 14 %) et couvrirait environ 37 % de la production totale, soit quelque 44 400 GWh.

La production d'électricité à partir d'énergies renouvelables progresserait de manière significative sur la période de projection (+ 3,1 % par an) et s'élèverait à 11 900 GWh en 2030. Environ 60 % de cette production proviendraient des turbines éoliennes. Cependant, rapportée à la production totale d'électricité, la part des énergies renouvelables resterait faible et inférieure à 10 % en 2030 (elle était de 3,4 % en 2000).

Tableau III.9. : Perspectives pour la production électrique en Belgique

UE 25	2000	2010	2020	2030
Production d'électricité (en tWh)	83	97	110	120
Nucléaire	47,2	48,2	35,5	0,0
Solide	11,4	4,9	1,1	44,4
Fuel	0,6	0,3	0,0	0,0
Gaz	20,7	38,3	65,2	63,7
Biomasse et déchets	1,1	1,5	2,5	3,6
Hydro et autres renouvelables	1,7	1,3	1,1	1,1
Eolien	0,0	2,0	4,5	7,2
Taux de croissance de la production d'électricité (en tWh)		1,57%	1,44%	1,25%
Nucléaire		0,21%	-1,41%	-100,00%
Solide		-8,06%	-11,03%	4,64%
Fuel		-6,68%	-100,00%	-100,00%
Gaz		6,38%	5,92%	3,83%
Biomasse et déchets		3,70%	4,38%	4,11%
Hydro et autres renouvelables		-3,19%	-2,25%	-1,57%
Eolien			8,33%	6,54%

Source : D. Gusbin et B. Hoonart- 2004

O&M et procédé fuel	2000	2010	2020	2030
UE 25	8 090	9 004	9 607	10 766
FTE	4 952,3	5 056,1	3 730,7	0,0
Nucléaire	1 253,9	541,4	121,0	4 884,0
Solide	46,3	23,2	0,0	0,0
Fuel	1 652,0	3 064,8	5 218,4	5 097,6
Gaz				
Biomasse et déchets				
Hydro et autres renouvelables				
Eolien				

Taux de croissance de la production d'électricité (en tWh)	1,57%	1,44%	1,25%
FTE	1,08%	0,86%	0,96%
Nucléaire	0,21%	-1,41%	-100,00%
Solide	-8,06%	-11,03%	4,64%
Fuel	-6,68%	-100,00%	-100,00%
Gaz	6,38%	5,92%	3,83%
Biomasse et déchets			
Hydro et autres renouvelables	5,56%	5,46%	4,92%

Tableau III.10. : Perspectives pour la production électrique en Allemagne

UE 25	2000	2010	2020	2030
Production d'électricité en tWh	551	520	495	475
Nucléaire	160,3	98,8	22,8	0,0
Solide, condensation, charbon et CHP	308,6	295,9	288,1	229,4
Fuel	0,0	0,0	0,0	0,0
Gaz	28,7	30,2	45,5	53,2
Biomasse et déchets	0,0	7,3	30,2	30,4
Hydro et autres renouvelables	38,6	27,6	39,1	81,7
Eolien	14,9	60,3	69,3	76,0
Taux de croissance de la production d'électricité (en tWh)		-0,58%	-0,53%	-0,49%
Nucléaire		-4,73%	-9,30%	-100,00%
Solide		-0,42%	-0,34%	-0,98%
Fuel				
Gaz		0,51%	2,34%	2,08%
Biomasse et déchets			15,29%	7,41%
Hydro et autres renouvelables		-3,31%	0,07%	2,53%
Eolien		15,03%	8,00%	5,59%

Source Wuppertal

O&M et procédés fuel	2000	2010	2020	2030
UE 25	56 597	51 614	46 872	41 907
FTE	16 835,8	10 374,0	2 390,9	0,0
Nucléaire	33 941,6	32 546,8	31 689,9	25 236,8
Solide	0,0	0,0	0,0	0,0
Fuel	2 292,2	2 412,8	3 643,2	4 256,0
Gaz	3 527,5	6 280,6	9 147,6	12 414,6
Biomasse et déchets				
Hydro et autres renouvelables				
Eolien				
Taux de croissance de la production d'électricité (en tWh)		-0,58%	-0,53%	-0,49%
FTE		-0,92%	-0,94%	-1,00%
Nucléaire		-4,73%	-9,30%	-100,00%
Solide		-0,42%	-0,34%	-0,98%
Fuel				
Gaz		0,51%	2,34%	2,08%
Biomasse et déchets				
Hydro et autres renouvelables		5,94%	4,88%	4,28%



Dans ce scénario de base de sortie du nucléaire, les emplois directs et indirects progresseraient en moyenne de 1 % sur la période 2000-2030, en phase avec la croissance de la production d'électricité (+ 1,25 %). La sortie du nucléaire s'accompagnant d'un retour en force du charbon à l'horizon 2030, les emplois liés au nucléaire et au charbon devraient évoluer dans des directions opposées : une disparition des emplois dans le nucléaire que compenserait la création d'emplois dans les centrales à charbon.

Parallèlement, les emplois dans le gaz progresseraient sur la période 2010-2020 pour décroître ensuite en raison de la compétitivité du charbon. Les emplois dans les énergies renouvelables seraient, pour leur part, en forte croissance sur l'ensemble de la période.

L'observation de la dynamique des emplois par filière de production soulève plusieurs problématiques :

- la reconversion des salariés (directs et indirects) de la filière du nucléaire sur la période 2015-2030 au fur et à mesure des déclassements.

Compte tenu de la spécificité des métiers liés au nucléaire, tant en termes de qualification que de rémunération, la mobilité professionnelle sera, de fait, relativement réduite. La décroissance des effectifs devra être gérée en majeure partie à travers les fins de carrière, ce qui pose tout naturellement la question des sous-traitants du nucléaire intervenants dans les « parties chaudes » (intervention réglementée en fonction de la dosimétrie). Pour les sous-traitants intervenants dans les parties froides (turbine vapeur, alternateur, contrôle commande...), le développement du parc des centrales à gaz, relayées à partir de 2020-2030 par les centrales supercritiques, devrait permettre de reclasser les salariés concernés.

En conclusion, si une partie des emplois des sous-traitants peuvent être reconvertis, il n'en est pas de même pour les métiers spécifiques au nucléaire. Pour ces derniers, il convient dès lors d'envisager des mesures d'accompagnement adaptées, en termes de formation notamment ;

- le développement de filières de formation propres aux énergies renouvelables, notamment dans le domaine de la maintenance ;
- en outre, le développement de l'emploi dans les énergies renouvelables s'accompagne d'une décentralisation des moyens de production, ce qui pose la question de leur statut, comme l'illustre le cas allemand.

### Sortie du nucléaire et efficacité énergétique en Allemagne

Inscrit, comme la Belgique, dans une problématique de sortie du nucléaire, le scénario P&M allemand élaboré par Wuppertal se différencie du scénario belge BAU par son inscription dans le cadre d'une stratégie active et ambitieuse de réduction des GES, qui se traduit notamment par une décroissance de la production d'électricité, sous l'effet du renforcement de l'efficacité énergétique des consommateurs.

Cette stratégie s'appuie sur une évolution majeure du système de production à la faveur du développement des énergies renouvelables et de la cogénération vapeur / électricité sachant que, à l'horizon 2020, 70 % des capacités devront être renouvelées. Ainsi, à l'horizon 2030, la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité serait portée à plus de 15 % et celle de la cogénération à 32 %, pour atteindre plus de 65 % à l'horizon 2050.

Le scénario (tableau ci-contre) montre une baisse de l'emploi total dans la maintenance et l'exploitation sur la période considérée, accompagnée d'un quadruplement des emplois dans les énergies renouvelables en 2020 et d'une baisse de 25 % des emplois dans les centrales au charbon.

Le développement de la cogénération et des énergies renouvelables serait le fait principalement d'autoproduleurs décentralisés. Ainsi, aux questions de reconversion soulevées précédemment dans le cas de la Belgique, s'ajoute la question, liée au développement de la production décentralisée, du statut des salariés.

## 1.5. Opportunités, défis et risques pour l'emploi dans le secteur électrique

### Risques et défis

L'application des politiques et mesures en faveur d'une économie faiblement carbonée et à forte intensité énergétique confronte les compagnies électriques au double défi du ralentissement, voire de la décroissance, de la demande d'électricité et de la chute de l'emploi dans les centrales au charbon.

Le risque d'un déclin de l'emploi dans la production d'électricité, mis en évidence dans l'analyse des scénarios, se retrouve dans les projections établies au niveau des États membres. En Allemagne, par exemple, une étude d'Irrek et Thomas<sup>34</sup> estime qu'un programme d'économie d'énergie aboutissant à une réduction de la demande énergétique de l'ordre de 10 % de la consommation finale actuelle jusqu'en 2015 occasionnerait la perte de 17 000 emplois ETP en moyenne dans le secteur de l'énergie d'ici à 2029 (409 000 années-hommes).

De telles tendances s'ajouteraient à la forte décroissance de l'emploi enregistrée par le secteur électrique depuis 1997 – estimée à environ 300 000 emplois<sup>35</sup> – en raison de la libéralisation des marchés de l'électricité, des privatisations et du progrès technique. Les observateurs prévoient d'ailleurs que ces tendances négatives persistent avec la libéralisation, et ils n'anticipent pas de reprise de l'emploi en raison des perspectives limitées de croissance et d'innovation<sup>36</sup>.

L'enjeu de la substitution du charbon par le gaz ou les énergies renouvelables pour la production d'électricité pose la question de la substituabilité des emplois. Elle est généralement jugée possible entre les technologies de génération utilisant des énergies fossiles (charbon et gaz), mais très limitée vis-à-vis des autres technologies

(renouvelables, nucléaire). Il est également difficile de passer d'une fonction de technicien de sécurité dans une centrale à énergie fossile à un emploi de conseil ou de réalisation d'audits énergétiques pour les clients.

Pour les producteurs d'électricité, engagés aujourd'hui dans une phase de concentration et de redéfinition de leur *business model*, le développement conjoint des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique suppose une évolution de leur modèle organisationnel alliant décentralisation et services de proximité.

Ainsi, bien que les compétences techniques associées au secteur restent d'actualité, l'accent est dorénavant moins mis sur les activités traditionnelles de base, telles que l'entretien des réseaux. Si ce type de fonctions continue à faire partie des activités, bien qu'elles soient parfois confiées à l'extérieur, il est plus probable maintenant que les compétences techniques soient exigées en combinaison avec des compétences en gestion de projets, notamment en projets d'efficacité énergétique, en diagnostic ou en développement commercial.

La question de la fermeture des centrales au charbon est étroitement liée à l'emploi dans le secteur minier. Le charbon conserve un rôle stratégique dans la génération d'électricité des pays producteurs de charbon, en offrant un débouché à la production des mines. Dans les nouveaux États membres producteurs de charbon (Pologne et République tchèque), le coût social d'éventuelles réductions de la production minière est important. Il est estimé, en Pologne, à 35 000 emplois. La Silésie morave, principale région minière de la République tchèque, a été particulièrement touchée par une disparition radicale de l'industrie lourde et connaissait, jusqu'en 2004, une augmentation pratiquement ininterrompue du chômage.

<sup>34</sup> W. Irrek, S. Thomas *et al.*, *Der EnergieSparFonds für Deutschland*, Arbeitspapier 69 der Hans-Böckler-Stiftung, 2006.

<sup>35</sup> PSIRU, Ecotec.

<sup>36</sup> European Central Bank, *On Price Effects on Regulatory Reform in Selected Network Industries*, 2001.



Enfin, une autre question importante concerne l'impact sur l'emploi de l'énergie d'une politique de sortie du nucléaire associée à une stratégie active et ambitieuse de réduction des GES. Cette question est posée dans les pays qui ont pris des engagements politiques de sortie progressive du nucléaire, représentés dans cette étude par l'Allemagne, la Belgique et l'Espagne. En Allemagne, les études existantes n'aboutissent pas aux mêmes conclusions concernant l'effet net sur l'emploi. Certaines mettent en évidence des impacts nets négatifs, alors que d'autres montrent que des effets positifs pourraient en résulter.

### Les opportunités

Le développement des politiques et mesures de réduction des émissions offre de nouvelles perspectives de développement favorables à l'emploi dans le secteur de l'électricité. Les compagnies électriques pourraient en profiter au moins partiellement. L'enjeu à moyen terme apparaît cependant davantage comme un enjeu de préservation de l'emploi dans le secteur électrique que d'augmentation de l'emploi en valeur absolue.

### Les énergies renouvelables

Toutes les études menées à ce jour sont convergentes du point de vue de l'impact brut positif des énergies renouvelables en termes d'emploi. Sans être exhaustifs, citons les travaux prospectifs d'Ecotec, de l'ISI, d'EEG, d'Ecofys, de Kema et de REC<sup>37</sup>.

En revanche, l'impact net des énergies renouvelables sur l'emploi fait l'objet de controverse entre les experts, au sujet de l'effet sur l'ensemble de l'économie du renchérissement de l'électricité<sup>38</sup>. Les résultats dépendent largement des caractéristiques du modèle utilisé.

Avec le temps, les emplois évolueraient graduellement pour délaisser les secteurs de la

fabrication et de la mise au point, au profit de ceux de l'exploitation et de la gestion.

Les sources d'énergie renouvelables offrent des possibilités d'emploi dans les régions rurales.

### Les services énergétiques<sup>39</sup> (audits énergétiques, contrats de performance énergétique)

Ces services marchands sont offerts pour inciter les utilisateurs finaux à tirer parti de l'énorme potentiel d'efficacité énergétique. Il existe différentes estimations du potentiel de la performance énergétique et des développements possibles de ce marché. En Allemagne, l'Agence de l'énergie de Berlin, dans le secteur public seulement, estime que 2 milliards d'euros pourraient être investis dans des projets de contrat de performance, permettant des économies d'énergie de plus de 350 millions d'euros par an. D'après l'association des entreprises de services énergétiques (ESCO) « Contracting-forum im ZVEI », le potentiel des différents types de projets de contrat de services énergétiques serait de 26,5 milliards d'euros par an.

Cependant, les obstacles et barrières au développement de ces services sont nombreux et le développement de ce marché ne s'est pas pleinement matérialisé, malgré les anticipations fondées sur la libéralisation du marché. Récemment, toutefois, l'augmentation du prix de l'énergie aidant, on observe un intérêt accru pour ces services. Alors que, dans les années qui ont suivi le processus de libéralisation, les contrats de performance énergétique n'étaient qu'une petite partie des projets mis en place du côté de l'offre, de véritables contrats de services énergétiques sont mis en œuvre maintenant. En Allemagne, 50 000 contrats de ce type auraient été conclus à la fin 2005. Il existe 500 entreprises offrant ce type de services : certaines indépendantes, d'autres appartenant à ou filiale d'entreprises énergétiques. En Allemagne, on compte trois associations d'ESCO.

<sup>37</sup> Ecotec, *Renewable Energy Sector in the EU: its Employment and Export Potential*, 2002 ; M. Ragwitz, J. Schleich, Fraunhofer : ISI, C. Huber, G. Resch, T. Faber : EEG, M. Voogt, R. Coenraads : Ecofys, H. Cleijne : Kema ; P. Bodo : REC, *Forres 2020: Analysis of the Renewable Energy Sources' Evolution up to 2020*, 2005.

<sup>38</sup> Cf. rapport national Allemagne dans le cadre de cette étude, Wuppertal Institut, février 2007.

<sup>39</sup> Cf. rapport national Allemagne dans le cadre de cette étude, Wuppertal Institut, février 2007.



Les chiffres de l'emploi dans ces secteurs n'ont pas pu être trouvés.

### **Expansion de la cogénération chaleur-électricité**

Le potentiel technico-économique de la chaleur produite par cogénération est important. En Allemagne, il est estimé à 30 % de la chaleur utilisée et 57 % de l'électricité produite aujourd'hui. La cogénération permet d'économiser de l'énergie primaire et du CO<sub>2</sub>.

Les installations de cogénération sont généralement situées près du lieu de consommation de la chaleur. Actuellement, les nouvelles centrales utilisent le gaz, mais d'autres combustibles ainsi que les énergies renouvelables (biomasse) sont utilisés.

Les impacts sur l'emploi sont relativement identiques à ceux des centrales à combustible fossile. Des impacts additionnels positifs et négatifs viennent de la construction et de l'opération des systèmes de chauffage urbain. Une analyse intégrée de l'emploi généré par la cogénération devrait comprendre les emplois dans la centrale de cogénération, ceux liés au réseau de chauffage urbain et ceux générés indirectement par les économies d'achat de carburant, par exemple le gaz.

En 2000, le syndicat allemand Ver.Di estimait l'emploi dans les centrales de cogénération municipales à 20 000 hommes-années.

### **Les centrales au charbon à haute efficacité**

De nouveaux types de centrales électriques à rendement élevé (pouvant atteindre 50 %) seront disponibles à partir de 2010. Bien qu'elles soient très efficaces, elles seront toujours émettrices de grandes quantités de CO<sub>2</sub> en raison de l'utilisation du charbon (cf. « Capture et stockage du CO<sub>2</sub> », p. 174, pour la possibilité de réduire davantage cet impact sur le climat). Néanmoins, de telles technologies seront nécessaires dans la transition vers un système énergétique durable.

En général, l'opération d'une nouvelle centrale électrique nécessite seulement la moitié ou même le tiers des employés de l'ancienne centrale qu'elle

remplace. Pour les trois ans de la période de construction de l'un de ces types de centrales actuellement discuté en Allemagne, environ 6 200 hommes-années d'emplois directs seront générés (impact brut)<sup>40</sup>.

De telles innovations technologiques donneront un avantage comparatif en termes de savoir-faire et contribueront à sécuriser l'emploi dans les compagnies d'électricité, de même que chez les fournisseurs de la technologie.

## **1.6. Recommandations pour les politiques climatiques**

Les choix faits en matière de technologie énergétique conditionnent très largement les emplois induits par les investissements réalisés en Europe, mais aussi ceux réalisés dans les autres régions du monde (Asie, Amérique, Europe centrale). De ce point de vue, aucune technologie ne doit être écartée. Ainsi, le meilleur mix technologique semble reposer sur une politique visant au développement de l'ensemble des technologies (énergies renouvelables, charbon propre, nucléaire, séquestration, hydrogène) afin de permettre à l'industrie européenne d'être un acteur majeur sur le plan mondial pour l'ensemble de ces technologies.

Il apparaît ainsi que toute politique publique en faveur d'une réduction ambitieuse des GES devrait comporter trois volets inséparables :

- un nouvel élan en faveur de la maîtrise de l'énergie ;
- un soutien ambitieux à la R&D pour les énergies renouvelables et les technologies à faibles émissions de carbone ;
- la mise en place de tous les instruments économiques disponibles en veillant à minimiser les effets pervers éventuels.

Il est urgent de mettre en place une telle politique, car tout retard rend plus difficiles les efforts ultérieurs.

<sup>40</sup> Rapport national Allemagne réalisé dans le cadre de cette étude, Wuppertal Institut, février 2007.



Les pouvoirs publics doivent montrer l'exemple : l'État et les collectivités locales, en tant que gros consommateurs d'énergie, de biens et de services, ainsi qu'en tant que prescripteurs de marchés publics.

La perte éventuelle de compétitivité des entreprises européennes en raison de leur adaptation à un mix énergétique plus coûteux est à traiter de manière attentive. Il est toutefois admis qu'il existe des effets positifs pour les entreprises qui s'adaptent en premier (« *first mover advantage* »).

### 1.7. Recommandations pour les politiques d'accompagnement social

Il ne fait pas de doute que la transition vers une économie sobre en carbone induira des changements structurels significatifs dans le secteur de la production d'électricité.

Il convient dès maintenant de mettre en place les outils de gestion prévisionnelle des compétences, afin d'assurer la mobilité professionnelle des salariés du secteur vers les nouveaux métiers liés à la production décentralisée d'énergie et à son utilisation efficace. Le développement de filières de formation propres aux énergies renouvelables est nécessaire, notamment dans le domaine de la maintenance.

Si, auparavant, les entreprises se concentraient principalement sur la distribution d'électricité à des clients, en mettant l'accent sur l'entretien des réseaux et les services techniques, avec la décentralisation des sources d'énergies et le développement des services énergétiques, les compétences doivent être réorientées de manière à englober les fonctions essentielles suivantes :

- les fonctions de marketing en vue de conserver les clients actuels, d'en attirer de nouveaux et de répondre à leurs besoins en termes d'efficacité énergétique (diagnostic, monitoring) ;
- les fonctions de gestion de projets, concernant par exemple la planification

d'installations ou de bâtiments ayant un bon rendement énergétique ;

- les fonctions de gestion décentralisée des réseaux d'électricité et de chaleur ;
- les fonctions de service à la clientèle par le biais de centres d'appel fournissant des services d'information, de marketing ou d'entretien.

Les producteurs d'énergie sont confrontés au vieillissement de leurs salariés avec des départs à la retraite importants dans les années à venir, un grand nombre d'unités ayant été construites dans les années 1960 et 1970. Face à cette situation, les unités de génération thermique, anciennes et peu compétitives, ont plus de difficulté à recruter que la filière nucléaire par exemple.

De plus, il y a un risque général – qui n'est pas propre aux politiques et mesures climatiques, mais concerne aussi d'autres secteurs comme les technologies de l'information et de la communication (TIC) – que les emplois qui se développent dans les nouveaux services et produits dans de nouvelles entreprises soient moins bien payés, avec des conditions de travail moins sécurisées que dans les branches établies. Cela est valable dans certaines entreprises d'énergie renouvelable<sup>41</sup> ou des entreprises de services énergétiques. Par conséquent, comme plusieurs syndicalistes l'ont mentionné dans les interviews, il est nécessaire non seulement de promouvoir le développement des sources d'énergie renouvelable et l'efficacité énergétique pour sécuriser ou créer des emplois, mais aussi de veiller à la qualité de ces emplois.

---

<sup>41</sup> M. Grundmann, *Branchenreport Windkraft 2004: Arbeitsorientierte Fragestellungen und Handlungsmöglichkeiten*, Arbeitspapier 99 der Hans-Böckler-Stiftung, erstellt von der schiff GmbH mit maßgeblicher finanzieller Unterstützung der IG Metall, Düsseldorf, 2005.

## 2. Le secteur pétrolier

### 2.1. Insuffisance de l'offre mondiale de produits pétroliers et consommation européenne marquée par la progression du gazole routier

#### Forte progression de la demande mondiale en produits pétroliers

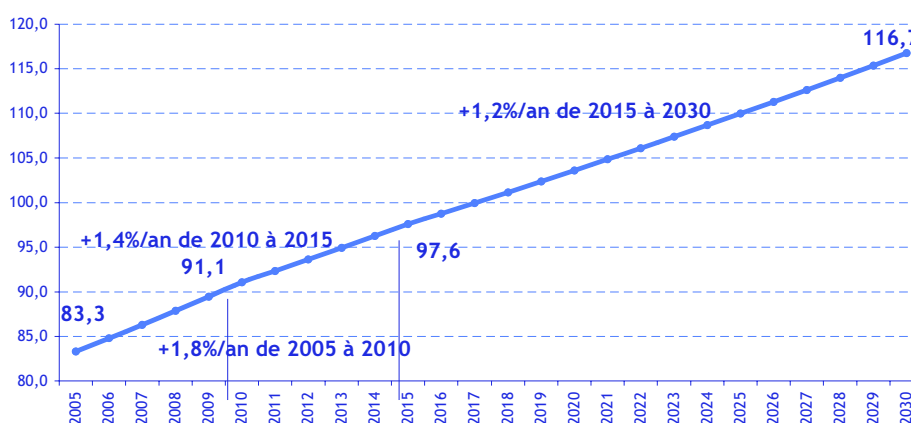
Sur la base des projections à 2030 réalisées par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) et de celles réalisées par les groupes pétroliers eux-mêmes et des organismes professionnels comme le Concawe<sup>42</sup> (Europe), la demande en produits pétroliers est évaluée à 83,3 millions de barils par

jour (Mb/j) en 2005, à environ 97,6 Mb/j en 2015 et à environ 116,7 Mb/j à l'horizon de 2030.

Cette projection (+ 40 % en 2030, soit + 1,6 % par an) se situe plutôt dans un scénario bas (le scénario haut est à + 60 % en 2030) et enregistre :

- une évolution inégale de la demande par zones géographiques : très faible en Europe, moyenne en Amérique du Nord et forte dans la zone Asie-Pacifique ;
- la montée de sources d'énergies – existantes ou récentes – substituables (gaz, charbon, biomasse et déchets...) à certaines utilisations des produits pétroliers, soit en production électrique, soit en consommation finale (industrie, transport et résidentiel) ;
- une baisse de l'intensité énergétique – la quantité d'énergie nécessaire pour produire 1 € de PIB – au fur et à mesure de l'amélioration de l'efficacité énergétique et de la contraction de la contribution de l'industrie lourde dans l'économie mondiale.

Figure III.6. : Estimation de la demande mondiale de produits pétroliers de 2005 à 2030 (en Mb / jour)



Source : AIE avec de 2015 à 2030 prise en compte du scénario dit alternatif (bas)

<sup>42</sup> Le Concawe est l'organisme technique de la European Petroleum Industry Association (EPIA) et regroupe l'industrie du raffinage européenne (90 % des capacités de raffinage) et 75 % des détaillants de carburants.



### Progression modérée de la consommation en produits pétroliers de la zone Europe et développement du gazole routier

Sur la base des données du Concawe et de l'AIE, le niveau de consommation des carburants routiers passerait de 287,9 millions de tonnes en 2005 à 290 millions de tonnes en 2030, soit une progression annuelle moyenne de 0,5 %<sup>43</sup>.

Les plus fortes évolutions dans la consommation des produits pétroliers dans l'Union européenne à 25 se situent dans les carburants routiers (gazole et essence) et le jet (aviation)<sup>44</sup>.

Selon le Concawe, la progression des carburants routiers à l'horizon 2015 à 2020 (voire 2030) est le résultat non linéaire de différents facteurs, comme :

- la croissance du parc automobile des nouveaux entrants et du transport routier européen ;

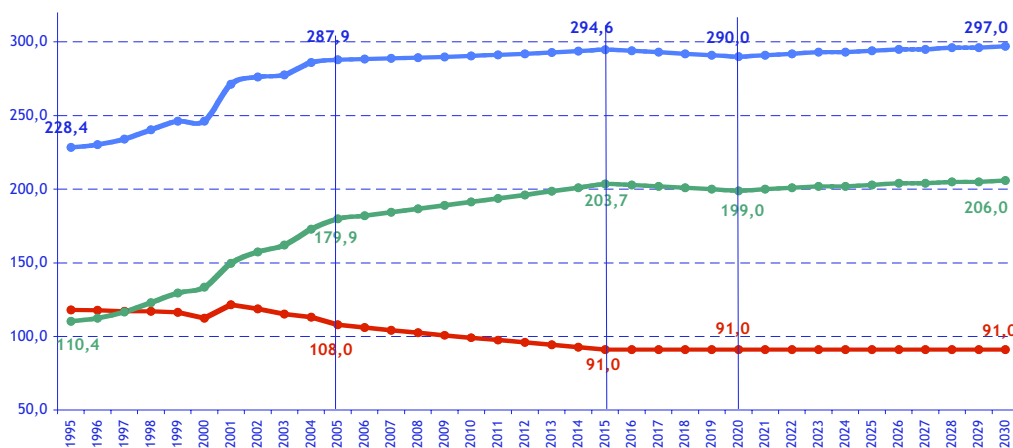
- la contraction de la consommation liée principalement aux motorisations plus économes, à la réduction de la vitesse, au développement des transports collectifs et bien évidemment au poids des biocarburants.

Cette évolution n'intègre pas, en particulier sur la projection 2020-2030, de saut technologique ou de changement de modèle économique.

La consommation d'essence, à 108 millions de tonnes en 2005, continuerait de régresser à un rythme moyen de -1 % par an entre 2005 et 2020 (-17 millions de tonnes en 2015 et en 2020). L'essence, qui représente 37,5 % de la consommation des carburants routiers en 2005, passerait à 31 % en 2020.

Le gazole routier, avec près de 180 millions de tonnes en 2005, passerait à 204 millions de tonnes en 2015 et 199 millions de tonnes en 2020, soit une progression moyenne de +0,7 % par an. À l'horizon 2015, cette situation impliquerait une production complémentaire de

Figure III.7 : Europe : projections CPDP et Concawe de la consommation de carburants routiers en Mt (Union européenne à 25 à partir de 2001)



Sources : CPDP, Concawe et projection Syndex de 2020 à 2030 sur les bases Concawe

<sup>43</sup> Concawe, *Road Transport Fuels for the Future*, juin 2006 ; IEA, *World Energy Outlook 2004*.

<sup>44</sup> La zone Europe est marquée par une particularité vis-à-vis des autres zones géographiques, puisque le gazole routier est devenu le carburant dominant dès 1998.

près de 24 millions de tonnes de gazole par le raffinage, mais, à 2020 voire à 2030, cette situation resterait globalement inchangée.

Selon le Concawe, le développement du gazole routier est marqué à partir de 2015-2020 par un double mouvement de contraction des tonnages consommés par les véhicules particuliers et de poursuite de la croissance des tonnages consommés par les transports routiers.

### Mais cette approche peut être limitative...

La projection du Concawe à 2020 limite les évolutions de consommation de façon très significative :

- en projetant à 2020 (+ 0,7 % par an) une progression très largement en décalage avec la tendance historique d'évolution du gazole routier sur longue et moyenne périodes (+ 6,3 % par an de 1995 à 2005 et + 4 % par an de 2001 à 2005) ;
- en réduisant à - 1 % par an le recul des essences, alors que la tendance entre 2001 et 2005 est de - 2,2 %.

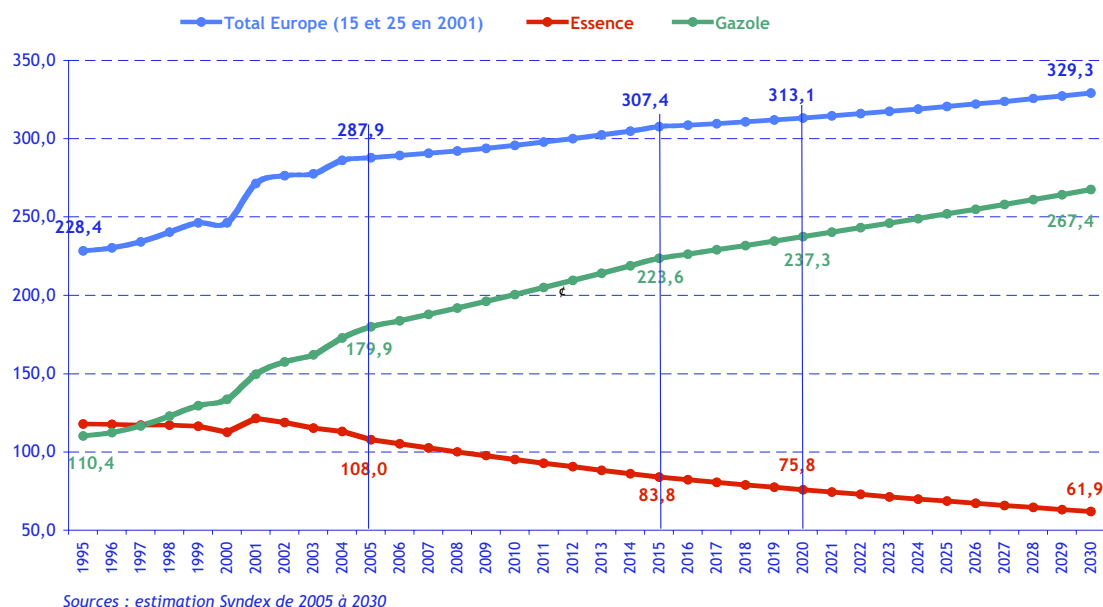
Les évolutions projetées par le Concawe sur ces produits restent inscrites dans un rapport gazole routier / ensemble des carburants qui ne dépasse pas 70 % en 2020 (62,5 % en 2005 et 68,6 % en 2020) et n'affecte pas de façon fondamentale la structure productive du raffinage européen.

Compte tenu de ces remarques et en reprenant le fond de l'argumentaire de Concawe, nous proposons une projection sensiblement différente et vraisemblable, avec une progression des carburants routiers à + 0,58 % par an de 2005 à 2020 qui se décline en une évolution du gazole routier à + 1,3 % par an et un recul des essences à - 1,7 % par an.

Dans cette configuration, le rapport gazole routier / ensemble des carburants dépasse 70 % dès 2015. La structure technique de la majeure partie du raffinage européen se trouve affectée.

Cette projection et la comparaison avec celle basée sur les perspectives du Concawe montrent l'extrême sensibilité de l'industrie européenne du raffinage aux évolutions futures de la demande, en particulier sur le gazole routier, et à la poursuite de la diésélisation européenne.

Figure III.8. : Europe : projection Syndex de la consommation de carburants routiers en Mt (Union européenne à 25, à partir de 2001)







## 2.2. Les caractéristiques du raffinage européen et les orientations à 2015-2020

### Capacités de raffinage européennes, localisations et accès à la ressource

#### Les capacités européennes et leurs localisations

Le raffinage européen (Europe occidentale et orientale, y compris la CEI) détient, en 2005, des capacités de raffinage pour un niveau de 1 262,6 millions de tonnes (près de 30 % des capacités mondiales). Hors CEI (396,4 millions de tonnes), les capacités européennes de raffinage sont de 866,2 millions de tonnes. Pour l'Union européenne à 25, ce niveau est de 749,7 millions de tonnes et reste peu évolutif, hors développement des capacités rampantes...

L'Union européenne à 25 représente, en 2005, 17,6 % des capacités mondiales de raffinage et plus de 59 % de l'ensemble des capacités européennes avec CEI. Ces capacités sont organisées autour de 106 raffineries essentiellement concentrées (77 unités) sur sept pays (par ordre : Allemagne, Italie, France, Royaume-Uni, Espagne, Pays-Bas et Belgique) qui, à eux seuls, en détiennent plus de 77 % (580 millions de tonnes). Ces capacités sont à près de 50 % situées dans l'Europe du Nord-Ouest (à 40 % dans la zone Méditerranée et à environ 10 % en Europe centrale).

#### Des accès à des bruts plutôt légers et peu soufrés en transformation

Les qualités de bruts de la zone Europe sont fortement liées aux facilités géographiques d'accès à la ressource, avec en particulier l'importance prise par le Brent de la mer du Nord, comme continue à le montrer la structure actuelle des bruts utilisés.

Ainsi, sur la zone Europe du Nord-Ouest (50 % des capacités européennes), le Brent léger et peu soufré (teneur inférieure à 0,5 %) de la mer du Nord représente près de 50 % des approvisionnements de la zone.

La zone Méditerranée (40 % des capacités européennes) se caractérise par une ressource moins légère et plus soufrée (entre 1,2 % et 2 %). Les approvisionnements sont principalement organisés autour des bruts comme les mix arabe / Iran, l'Oural et les mélanges sahariens.

En Europe centrale (10 % des capacités), 80 % des approvisionnements proviennent de la qualité Oural (brut plus lourd que le Brent et contenant en moyenne 1,25 % de soufre).

D'une part, ces accès tendent à configurer l'appareil productif vers la production de coupes plutôt légères (essences...) et, par ailleurs, ils limitent les investissements, en particulier sur la désulfuration.

On notera que, depuis les années 1995, sous le triple impact de la diésélisation, du durcissement des spécifications des produits en Europe et d'une tendance à l'alourdissement du baril<sup>45</sup>, des transformations dans le rythme et le niveau des investissements commencent à s'opérer.

### Les caractéristiques des outils

Dans son immense majorité, l'appareil de raffinage européen s'appuie sur une configuration à base FCC<sup>46</sup>, puisque 75 % du raffinage sont soit dans une configuration FCC + VB (craquage catalytique et viscoréduction), soit de façon plus récente en FCC + VB + HCU (hydrocraquage).

Sur les 106 raffineries (104 hors lubrifiants) prises en compte en 2005 :

- 34 (33 %) sont des raffineries dites « simples » (distillation atmosphérique) avec ou sans viscoréduction ;
- 40 (38 %) sont dites « semi complexes 1 » (36 avec craquage catalytique fluide et 4 avec FCC et coker) ;
- les raffineries comportant une ou plusieurs unités d'hydrocraquage sont au nombre de 30 (29 %). Parmi elles, deux raffineries comportent l'ensemble des installations et le

<sup>45</sup> L'alourdissement du baril résulte de la contraction prévue des gisements de la mer du Nord et de la montée de bruts plus lourds en provenance d'autres zones (ex-URSS, péninsule Arabique...).

<sup>46</sup> Fluid Catalytic Cracking, "craquage catalytique fluide".

coker, leur permettant d'être en situation de conversion profonde (Allemagne et Espagne).

Seul un tiers du raffinage européen est dans une situation satisfaisante pour produire les coupes moyennes, et plus particulièrement le gazole nécessaire à un marché européen fortement diésélisé, ce qui explique le niveau des importations (voir ci-après).

De façon plus préoccupante, vis-à-vis des enjeux européens de la suppression du fioul lourd, seules deux raffineries (conversion profonde) sont en situation optimale.

Globalement, le raffinage européen a réalisé, ces dernières années, les investissements permettant de mettre en œuvre les adaptations techniques nécessaires aux évolutions des spécifications des produits (durcissement des normes d'émissions), mais dans un schéma de raffinage qui ne répond que très partiellement aux évolutions de la demande européenne (montée et poids croissants du diesel routier) et très peu aux enjeux de réduction ou de suppression du fioul lourd.

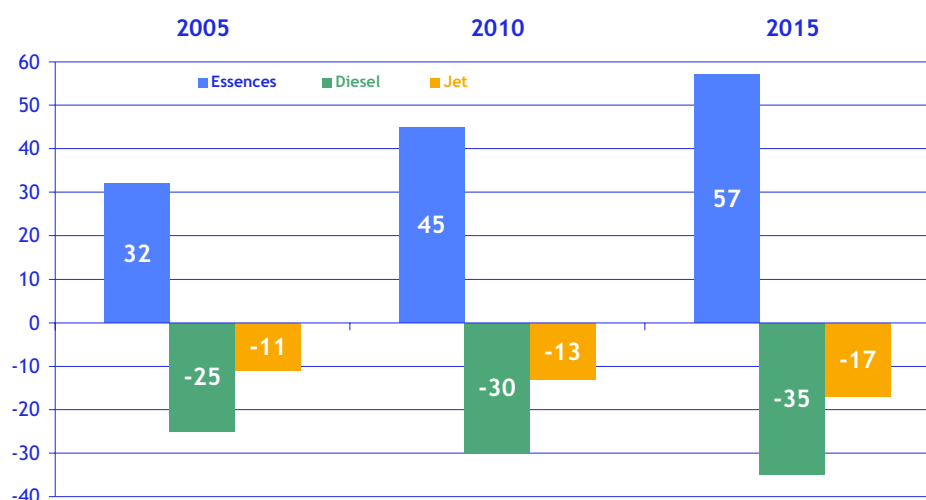
## 2.3. Les projections du raffinage européen à 2015-2020

**Un développement centré sur une croissance mesurée des hydrocraqueurs à 2012-2015, qui laisse pour plus tard les enjeux de réduction du fioul lourd**

Les évolutions projetées en Europe s'appuient essentiellement sur la construction d'hydrocraqueurs produisant des distillats moyens :

- ▶ 10 unités sont prévues de façon ferme à l'horizon 2010-2012 (construites, en construction et approbations finales), dont trois en Italie, deux en Espagne et deux en France, pour un niveau de production complémentaire de distillats moyens estimable entre 12 et 20 millions de tonnes par an. Les investissements complémentaires de désulfuration prévus dans de nombreuses

Figure III.9 : Europe : évolution du déséquilibre en produits pétroliers majeurs projetée de 2005 à 2015 (en Mt)





raffineries (croissance des entrées en raffinerie de bruts à haute teneur en soufre) peuvent permettre d'accroître la production de coupes moyennes à hauteur de 8 à 15 millions de tonnes par an (ces estimations sont prises en compte dans le calcul antérieur du déficit en gazole de la zone Europe) ;

- à plus long terme (au-delà de 2012-2015), dix projets d'unités complémentaires d'hydrocraquage sont à l'étude sur la zone Europe.

Des projets de conversion profonde, indispensables sur la zone pour réduire et éliminer le fioul lourd, sont largement reportés à une phase ultérieure à 2012-2015.

### **Une évolution des capacités en Europe inadaptée à la demande**

Sur la zone Europe, le développement se traduit par des besoins accrus d'importations historiques de gazole routier dans le futur (en forte provenance des ex-républiques soviétiques).

Avec prise en compte des progressions connues – à cette date – de la production de coupes moyennes en Europe à l'horizon 2015, le déficit en gazole routier atteindrait 35 millions de tonnes par an et celui du jet 17 millions de tonnes par an.

L'équilibre économique de la zone Europe reste lié aux capacités d'écoulement des excédents d'essences sur le bassin atlantique (voir graphique III.9).

### **Le développement des importations de gazole aux normes européennes est une des orientations prises par les raffineurs**

Les orientations des investissements des raffineurs à l'horizon 2012-2015 montrent que la couverture du déficit en gazole de la zone Europe par production interne n'est pas une orientation stratégique recherchée par les raffineurs. Cette situation européenne traduit une stratégie d'opportunité des raffineurs :

- l'inadéquation durable de l'appareil productif aux évolutions de la demande, liée à la faiblesse des investissements, permet à l'industrie de bénéficier des tensions

durables sur le gazole routier, en maximisant les marges de raffinage et les résultats ;

- les exportations des excédents d'essences vers les États-Unis, où le raffinage montre des faiblesses, consolident cette situation.

Quelques facteurs semblent déterminer cette stratégie :

- la dynamique du marché européen à moyen et long termes est jugée insuffisante pour que des investissements importants soient mis en œuvre ;
- le niveau futur de durcissement des normes européennes reste en grande partie inconnu ;
- le niveau des allocations de CO<sub>2</sub> ainsi que le prix de la tonne de CO<sub>2</sub> peuvent évoluer à moyen et long termes de façon défavorable et induire des effets négatifs sur les marges de raffinage.

En contrepartie de cette faible adaptation interne de l'appareil productif européen aux marchés, des projets de raffinage multiforme sont largement développés sur la péninsule Arabique, et plus particulièrement en Arabie saoudite, par les grands raffineurs mondiaux (ExxonMobil, Shell, ConocoPhillips et Total), en association avec Aramco (l'Arabie saoudite détient 25 % des réserves mondiales).

Les deux derniers projets de raffinage présentés en 2006 pour des mises en service autour de 2011-2012 (celui de ConocoPhillips / Aramco sur le site de Yanbu et celui de Total / Aramco sur le site de Jubail) donnent la mesure des orientations stratégiques actuelles. Ces deux projets sont axés sur la construction de deux raffineries « convertissantes » de 20 millions de tonnes par an utilisant des bruts lourds et permettant de produire avec une grande flexibilité des produits pétroliers aux différentes normes (américaines, européennes...) destinés à l'exportation tout en détruisant les fuels lourds.

Par ailleurs, en complément de cette évolution, il ne faut pas écarter les investissements réalisables par les firmes des ex-républiques soviétiques pour mettre les productions de coupes moyennes (gazole principalement) aux normes européennes de façon à sécuriser les exportations vers

l'Europe, qui constituent un flux historique important. Deux schémas peuvent être envisagés :

- une montée des investissements de désulfuration et d'hydrocraquage permettant directement de mettre les exportations aux normes européennes dans les raffineries de taille importante ;
- des investissements de « premier traitement comme la désulfuration » réduisant les écarts entre les caractéristiques des produits actuels et les normes européennes, le raffinage européen, à partir de ce produit de base « feedstock » réalisant les traitements finaux des produits avec à la fois de faibles coûts et des impacts en CO<sub>2</sub> très réduits.

### **La situation future ouvre peut-être le champ à une réorganisation du secteur européen du raffinage**

Dans un contexte européen futur de faible évolution de la consommation en produits pétroliers, d'investissements du raffinage limités aux adaptations aux normes et aux ajustements minimaux au marché et d'une plus grande ouverture aux importations de produits issus de coupes moyennes, les risques inhérents à une réorganisation partielle du secteur à partir de 2010-2015 existent.

Malgré l'existence d'un déficit européen en coupes moyennes et d'une hauteur des marges de raffinage à un bon niveau au moins jusqu'à 2010-2012, le coût des investissements nécessaires en Europe pourrait se traduire par un flux d'investissements limité aux raffineries de bonne taille et aux *hubs* de raffinage (connexion de plusieurs raffineries).

Ces investissements concernent les unités de désulfuration, d'hydrocraquage et des cokers complémentaires pour réduire les fiouls lourds. Ces coûts, qui dépendent de la nature des équipements et de la complexité du process, sont de notre point de vue évaluables en moyenne à entre 100 et 400 millions d'euros par projet.

**La conséquence, à terme, de ces évolutions peut se traduire par une contraction de l'emploi direct de l'industrie européenne du raffinage et par des impacts sur les emplois indirects de cette industrie.**

## **2.4. Raffinage et évolutions des émissions**

### **L'évolution des spécifications des produits induit un accroissement des émissions du raffinage**

#### **Les spécifications des produits**

Le raffinage européen est inséré, depuis la directive européenne de 1998 concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel<sup>47</sup>, dans une logique d'évolution des produits ayant pour objet de faire baisser les émissions polluantes, en particulier celles des véhicules à moteur (programme Auto-oil). Cette directive et les suivantes (2000/71/CE, 2003/17/CE et le règlement 1882/2003) se traduisent par des spécifications de produits, obligatoires à partir de l'an 2000 et 2005, selon un calendrier défini comportant des dérogations.

Ces exigences pour l'essence sans plomb et pour le carburant diesel concernent respectivement :

- l'indice d'octane, la tension vapeur, la distillation à l'évaporation et la teneur en aromatiques, benzène, oléfines, oxygène, composés oxygénés soufre et plomb ;
- le nombre de cétane, la densité, la distillation, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et la teneur en soufre.

Ces spécifications, qui se sont renforcées dans le temps, visent principalement, dans le cadre du programme Auto-oil, à faire baisser le taux de soufre à 50 ppm (parties par million) dans les carburants. Le programme Auto-oil II renforce ces dispositions en généralisant, au plus tard au 1<sup>er</sup> janvier 2009, une exigence de 10 ppm de soufre dans les carburants (essence et diesel).

---

<sup>47</sup> Directive 98/70/CE.



Cette évolution des spécifications (programmes Auto-oil et Auto-oil II) est couplée à une évolution des véhicules mis en service à travers les normes d'émissions Euro. Actuellement, les normes Euro IV concernent les véhicules mis en service entre 2005 et 2007. Les normes Euro V, qui devraient être applicables à l'horizon 2008-2009, renforcent la réduction des émissions des véhicules légers en intégrant les véhicules tous terrains et 4x4 de plus de 2 500 kilogrammes. Euro V pourrait s'accompagner d'une proposition visant à renforcer les normes d'émissions des poids lourds.

L'application d'Euro V se traduirait par une réduction, pour les véhicules à moteur diesel, de – 80 % des émissions de particules et de – 20 % des émissions d'oxydes d'azote (NOx). Pour les véhicules à essence, elles se traduisent par une réduction de – 25 % des émissions de NOx et d'hydrocarbures. Pour les camionnettes, la

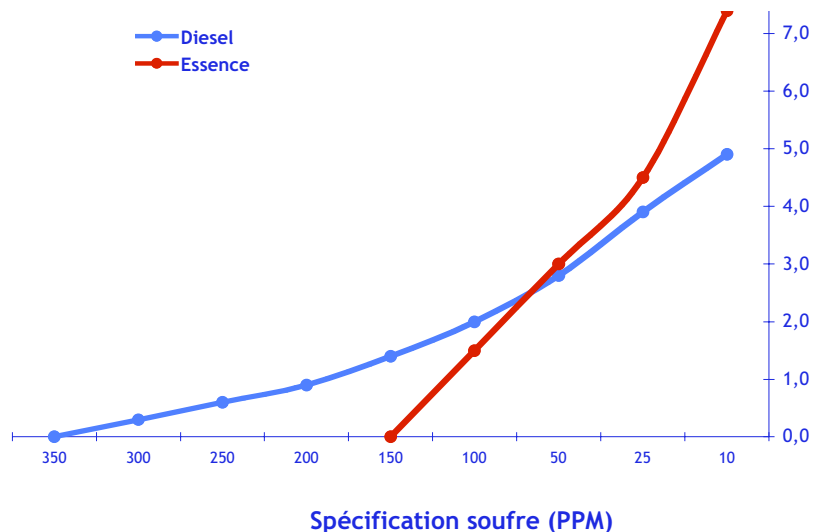
réduction des émissions de particules serait de – 90 % et celles de NOx de – 20 %.

### Accroissement des émissions des raffineries

De manière générale, le niveau des émissions de CO<sub>2</sub> d'une raffinerie donnée dépend de nombreux facteurs, comme le poids API<sup>48</sup> du (ou des) brut-s utilisé-s, le degré de craquage recherché, la proportion de produits légers (essence), moyens (gazole, jet) et lourds (fioul, bitume, résidus...) en sortie de raffinerie ou le degré de complexité des outils mis en œuvre.

Des produits comme l'essence et le diesel demandent la mise en œuvre d'un process plus élevé et plus complexe qui induit un niveau d'émissions de CO<sub>2</sub> élevé.

Figure III.10. : Impact des nouvelles spécifications soufre dans les émissions de CO<sub>2</sub>



Source : Concawe

<sup>48</sup> American Petroleum Institut. : indice de densité du pétrole brut.



Selon l'AIE, la moyenne pondérée des bruts et des installations de l'Europe du Nord-Ouest (48 % des productions européennes et des émissions de CO<sub>2</sub>) produit 0,33 tonne de CO<sub>2</sub> par tonne de pétrole brut (la zone Méditerranée est à 0,32 et l'Europe centrale à 0,34).

La réduction du soufre dans les produits pétroliers, le plus souvent obtenue par une hydrodésulfuration, nécessite non seulement une plus grande consommation d'énergie liée à l'installation, mais aussi une plus grande consommation d'hydrogène, ce qui, en définitive, engendre une croissance associée des émissions de CO<sub>2</sub>.

Selon le Concawe, la croissance des émissions de CO<sub>2</sub> liée à la réduction du soufre avoisinerait, pour le raffinage européen, 7,3 millions de tonnes par an d'ici à 2010 par rapport aux émissions de 2000.

Le coût associé des investissements pour respecter les objectifs environnementaux est, selon Concawe, évalué à + 6,7 milliards d'euros soit + 6,2 euros par tonne de produits sans soufre. L'évolution du niveau des spécifications n'engendre pas des émissions de CO<sub>2</sub> linéaires, mais très largement croissantes.

## 2.5. Émissions des raffineries et allocations de droits d'émissions sur les plans nationaux d'allocation des quotas

### Les allocations des droits d'émissions de la phase I

Dans la phase I (2005-2007) des plans nationaux d'allocation des quotas (PNAQ), l'allocation des droits d'émissions pour le secteur pétrolier reflète fortement un arbitrage en faveur de la mise en conformité avec les nouvelles spécifications des produits (soufre en particulier), au détriment de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. En d'autres termes, les prévisions d'émissions des PNAQ intègrent par avance les impacts des directives sur les émissions de soufre pour attribuer les droits d'émissions.

En définitive, sur cette phase I, la situation d'émission du raffinage européen (25) se traduit par une surallocation généralisée de plus de 8 Mt. En 2005, le secteur du raffinage de l'Union européenne à 25 a émis 145,3 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, dont 119,2 proviennent des six pays

Tableau III.11. : Allocations de droits d'émission du secteur du raffinage Phase I (2005-2007)  
Union européenne à 25 et principaux pays

Pays	Allocations 2005 (CO <sub>2</sub> Mt)	Emissions validées 2005 (Mt de CO <sub>2</sub> )	Bilan des émissions (MtCO <sub>2</sub> )	Emissions validées /Plafond en %
Allemagne	28,9	29,0	-0,1	100,3%
Italie	24,4	24,0	0,4	98,4%
France	20,2	18,2	2,0	90,1%
Royaume-Uni	19,6	18,4	1,2	93,9%
Espagne	17,2	17,5	-0,3	101,7%
Pays-Bas	13,6	12,1	1,5	89,0%
Belgique	6,6	5,6	1,0	84,8%
Suède	4,0	3,2	0,8	80,0%
<b>Total pays majeurs</b>	<b>134,5</b>	<b>128,0</b>	<b>6,5</b>	<b>95,2%</b>
Autres pays	19,1	17,3	1,8	90,6%
<b>Europe 25</b>	<b>153,6</b>	<b>145,3</b>	<b>8,3</b>	<b>94,6%</b>

Source : CITL



fortement raffineurs (Allemagne, Italie, Royaume-Uni, France, Espagne et Pays-Bas), pour une allocation initiale de 153,6 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.

Seuls les raffinages allemand et espagnol se situaient au-dessus du plafond initialement fixé, l'Italie (autre grand pays raffineur) étant le pays où le gain d'émissions a été le plus faible.

### Les perspectives des droits d'émissions dans la phase II

Les PNAQ de la phase II (2008-2012), sur la base des communications nationales actuelles, restent dans la logique des PNAQ de la phase I en ce qui concerne le secteur du raffinage.

Ces PNAQ prennent en compte, comme logique première, la réduction des émissions de soufre et les améliorations de spécifications des produits pétroliers. La conséquence de cette orientation se traduit par une croissance des émissions de CO<sub>2</sub> de ce secteur.

Une raison en est que la production de carburants routiers « propres » (essence et diesel) contribuant de manière indirecte – en liaison avec les normes d'émission Euro appliquées par l'industrie automobile – à l'amélioration et à la réduction des émissions du secteur des transports.

Le niveau estimé des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur du raffinage de l'Union européenne à 25, sur la période 2008-2012, devrait s'accroître dans une fourchette se situant entre + 6 et + 8 % par rapport au niveau des émissions vérifiées de 2005. Le niveau annuel des émissions sur la période 2008-2012 du secteur du raffinage se situerait entre 154 et 157 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

Le niveau estimé des émissions ci-dessus diffère de celui des allocations d'émissions, qui se situaient autour de 132 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an sur la période 2008-2012, soit une baisse de 0,9 % par rapport aux émissions vérifiées de 2005.

## 2.6. Les évolutions de l'emploi à moyen et long termes

### La quantification des emplois du secteur

Les statistiques Eurostat ne sont renseignées que de façon très parcellaire sur le nombre de personnes occupées dans l'Union à 25 par le secteur du raffinage. Parmi les grands pays raffineurs, seuls des pays comme l'Italie, la France et l'Espagne communiquent des informations. Pour nombre d'autres pays, ces informations sont classées comme confidentielles.

Si les informations sur les emplois directs – au sens de personnes occupées – dans le raffinage sont très parcellaires, elles sont clairement inexistantes en ce qui concerne les emplois indirects du raffinage où, pourtant, la sous-traitance est un phénomène à la fois ancien et important.

Par ailleurs, à ces difficultés de mesure, il faut ajouter les effets liés à la délimitation du périmètre de l'activité de raffinage :

- dans le cas, par exemple, où la raffinerie est en très forte intégration avec des activités pétrochimiques, la délimitation des emplois entre raffinage et pétrochimie n'est pas toujours simple ;
- selon le découpage des opérations que la firme pétrolière effectue, certaines activités, comme la logistique, peuvent être intégrées dans le raffinage ou, au contraire, être positionnées dans le marketing pétrolier, c'est-à-dire à l'autre bout de la *supply chain*. Certes, dans ce cas précis, les emplois directs de la logistique pèsent peu par rapport au raffinage, mais cette activité est lourde en emplois indirects dans la sous-traitance de transports.

Sur la base des diverses informations disponibles, nous estimons les emplois directs du raffinage européen (en intégrant les emplois estimés de la logistique) dans une fourchette qui se situe entre 110 000 et 130 000 emplois.

Cette estimation prend appui sur les capacités de raffinage et le nombre de personnes occupées lorsque les informations existent dans les statistiques Eurostat.

Dans Eurostat, nous avons pris comme base les personnes occupées dans le raffinage dans quatre pays (France, Italie, Espagne et Pologne), d'un côté, et les capacités de raffinage de ces mêmes pays, de l'autre. En sachant que le volume des capacités de raffinage par nombre de personnes occupées est directement lié à la hauteur globale des capacités de raffinage :

- la somme de l'Espagne, l'Italie et la France par exemple occupe, sur la base Eurostat, 42 412 personnes pour des capacités de raffinage de 280,3 millions de tonnes par an, soit un niveau moyen de 6 600 tonnes de capacités par personne occupée. La Pologne, dont les capacités sont de 23,3 millions de tonnes, occupe 9 687 personnes, soit un niveau de 2 400 tonnes par an de capacités par personne occupée. On constate, avec ces mises en rapport, que plus les capacités globales d'un pays sont faibles, plus le nombre de personnes occupées est proportionnellement important, ce qui aboutit vis-à-vis du raffinage européen à pondérer à la hausse le nombre d'emplois ;
- on notera également que, sur la base de données des firmes pétrolières, le niveau des capacités par personne occupée peut atteindre, pour un niveau de raffinage important, de l'ordre de 13 000 tonnes de capacité par an, soit quasiment le double de la moyenne européenne des trois grands pays raffineurs cités ci-dessus.

### **Pour le secteur européen du raffinage, la situation jusqu'à 2012 reste relativement favorable**

La croissance de la diésélisation du parc européen favorise, malgré les évolutions des motorisations à court terme, la croissance de la demande de ce carburant.

Le déficit en gazole continue à créer des tensions sur les produits et favorise un niveau de marge de raffinage conforté par l'exportation des essences.

De ce point de vue, l'intégration de biocarburants à hauteur de 5,75 % à l'horizon 2010 sur la zone Europe facilite la fourniture de produits sans véritablement nuire aux équilibres actuels du raffinage.

Le respect des directives européennes sur les carburants faiblement sulfurisés se traduit, au niveau du raffinage européen, par l'accroissement significatif des émissions de CO<sub>2</sub> au moins jusqu'à 2010. Les différents PNAQ ont intégré cette contrainte. Les investissements du secteur raffinage restent concentrés sur le traitement de la contrainte « sulfure » :

- les projets d'investissements ou réalisations de désulfuration, du moins jusqu'à 2010-2012, restent peu nombreux et resteront probablement limités aux raffineries de bonne taille et *hubs* de raffinage ;
- dans les faits, les investissements nécessaires pour réduire les émissions et limiter ou détruire le fuel lourd sont reportés.

**Ces caractéristiques de l'évolution du secteur jusqu'à 2012 contribuent, de notre point de vue, à de très faibles évolutions structurelles du niveau des emplois directs et indirects du raffinage. Globalement, le niveau des emplois du raffinage européen devrait rester stable à l'horizon 2010-2012 soit, selon nos estimations, un niveau moyen de 120 000 emplois.**

Les mouvements d'emplois qui peuvent avoir lieu dans ce secteur jusqu'à cette date seront soit conjoncturels, soit liés à des ajustements de faible ampleur.



## De possibles évolutions des emplois au-delà de 2012-2015

Au-delà de 2012-2015, le secteur peut être traversé par des orientations différentes et concomitantes selon une dynamique articulant l'interne et l'externe.

### La dynamique européenne interne

La dynamique du marché européen de moyen et long termes est jugée insuffisante par la profession pour que des investissements importants soient mis en œuvre :

- le niveau futur de durcissement des normes européennes au-delà de 2012-2015 reste en grande partie inconnu ;
- le niveau des allocations de CO<sub>2</sub> ainsi que le prix de la tonne de CO<sub>2</sub> peuvent évoluer à moyen et long termes de façon défavorable pour les raffineurs et induire des effets négatifs sur les marges de raffinage.

Nous avons vu que la couverture du déficit en gazole de la zone Europe par production interne n'est pas une orientation stratégique centrale des raffineurs, et ce même si des investissements (hydrocraqueurs) sont réalisés au niveau européen.

L'introduction des biocarburants, en particulier s'il s'agit de biodiesel, permet aux raffineurs de réduire en externe le déficit en gazole européen.

Les projets de conversion ne seront véritablement mis en œuvre qu'au-delà de 2015 et de façon sélective, compte tenu des coûts d'investissements induits.

### La dynamique externe

En contrepartie de cette faible adaptation interne de l'appareil productif européen aux marchés, deux approches complémentaires peuvent permettre au raffinage européen de limiter ses investissements sur la zone en délocalisant les productions :

- la poursuite et l'extension de projets de raffinage multiforme, tels que ceux actuellement en cours sur la péninsule Arabique, où les contraintes CO<sub>2</sub>, même si elles se développent, resteront très restreintes ;

- la seconde possibilité, qui ne peut être écartée, réside dans une montée des importations de produits désulfurés en provenance d'ex-républiques soviétiques.

## Des emplois qui, selon les scénarios, peuvent être affectés de façon croissante

Sur la base de la fourchette estimée des emplois directs du raffinage (110 000 à 130 000, soit 120 000 en moyenne), nous proposons une évaluation des différents impacts sur l'emploi qui peuvent découler des différents scénarios. Ces scénarios n'ont pas pour objet de donner avec précision les évolutions des emplois, mais visent à caractériser, à grands traits, les effets induits par les orientations du secteur sur l'emploi :

- le premier scénario prend en compte le développement d'hydrocraqueurs, tel que projeté à 2012-2015, et un retrait de certaines raffineries dont les capacités sont inférieures à 5 millions de tonnes. Certaines raffineries en dessous de ce seuil ne sont pas en mesure de supporter les coûts induits par les investissements nécessaires pour satisfaire aux normes, sans une dégradation forte de leur rentabilité. Nous estimons que cette situation peut affecter 5 à 10 % des emplois du raffinage (le graphique donne la moyenne de cet impact, soit 7,5 %) ;
- le deuxième scénario, à partir de 2015, prend en compte la nécessaire contraction du « fond du baril » et le développement de capacités de conversion en complément de l'hydrocraquage. Pour les mêmes raisons que dans le scénario 1, une nouvelle sélection des unités de raffinage est réalisée. Nous estimons que cette situation peut affecter de 10 à 15 % des emplois (12,5 % sur le graphique) ;
- le troisième scénario anticipe un développement croissant des importations largement au-delà de ce qui est prévu pour 2015 (52 millions de tonnes de déficit des coupes moyennes) :
  - ⇒ les impacts liés aux importations croissantes peuvent être différents selon que l'on est en importation de produits finis aux normes européennes ou en « feedstock » nécessitant des

traitements complémentaires en raffinerie. Ceci se développe dans un cadre où les normes européennes et les contraintes CO<sub>2</sub> se renforcent pour les raffineurs d'ici à 2020,

- ⇒ le développement des importations, essentiellement de diesel, que nous estimons, serait dans le cadre présenté ci-dessus de l'ordre de 50 millions de tonnes, en plus des 50 millions déjà existants (soit au total 100 millions de tonnes d'importation sur une consommation européenne de gazole en 2020 de 200 millions). Ce type de développement peut affecter les emplois sur un volume allant de 25 à 30 % (27,5 % sur le graphique) ;
- le quatrième scénario cumule le scénario 2 et le développement croissant d'importations de produits pétroliers aux spécifications européennes (scénario 3).

Au total, le niveau des emplois du raffinage pourrait évoluer de façon négative entre 2015 et 2020, en passant d'environ 120 000 emplois en 2010-2012 à 72 000 emplois en 2020 (– 40 %) selon les scénarios.

Cette évolution pourrait probablement se réaliser de façon lente en prenant en compte les postes affectés par des départs en retraite et non remplacés.

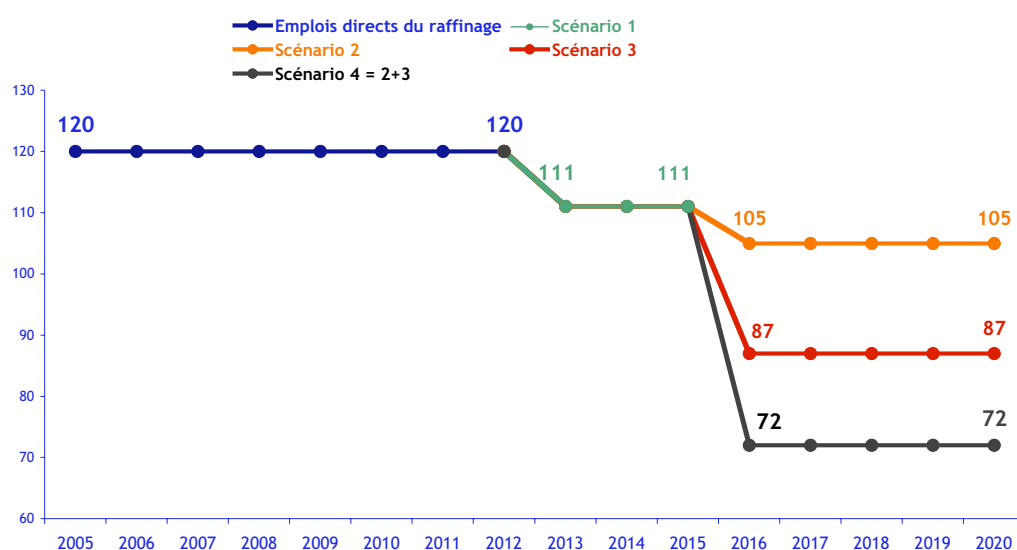
### Les perspectives au-delà de 2020

Au-delà de 2020, les perspectives sur le secteur du raffinage européen sont très difficiles à cerner, aussi bien dans les contenus industriels du secteur que dans les perspectives d'emploi, dans la mesure où des évolutions technologiques, voire des ruptures, pourraient s'opérer.

La majeure partie des évolutions possibles qui peuvent affecter le raffinage est connue, mais se caractérise par une maîtrise technologique imparfaite et des niveaux de coûts trop élevés pour passer à une industrialisation large.

Sous cet angle et sans hiérarchisation, nous pouvons citer la capture et le stockage du CO<sub>2</sub>, le raffinage en GTL (*gaz to liquid*) ou CTL (*coal to liquid*), le développement de carburants alternatifs comme le GNV (gaz naturel comprimé), les biocarburants dont en particulier le biogaz et, bien évidemment, l'hydrogène. En dernier lieu, l'évolution des motorisations peut, au-delà de 2020, jouer un rôle central.

Figure III.11. : Emplois du raffinage à l'horizon 2020 (en milliers)







## 3. Le secteur des transports

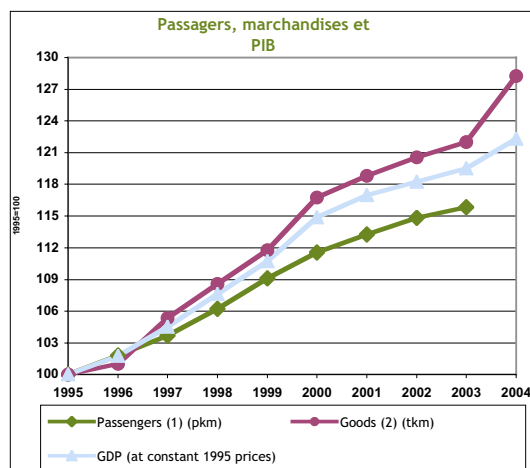
### 3.1. Analyse de l'activité et de l'emploi

#### Panorama général

Au cours de la période 1995-2004, le transport de marchandises a progressé à un rythme annuel moyen de 2,8 % et le transport de voyageurs de 1,9 %, pendant que le PIB augmentait de 2,3 %.

Depuis 1995, les volumes de marchandises transportées ont connu une croissance quasiment parallèle à celle du PIB.

Figure III.12. : Croissance du transport dans l'Union européenne à 25



Notes :

(1) : Passagers, voitures, motocycles, bus et cars, tramways et métros, trains, air, mer  
(2) : route, mer, rail, navigation fluviale, pipelines, air

PIB : à prix constants de 1995 et taux de change

Taux de croissance annuels de l'UE à 25

PIB à prix constants	1995-2004 p.a.	2.3 %	2003-2004	2.4 %
Transport de passagers pkm	1995-2003 p.a.	1.9 %	2002-2003	0.9 %
Transport de marchandises tkm	1995-2004 p.a.	2.8 %	2003-2004	5.1 %

Note \*: La forte croissance du transport de marchandises entre 2003 et 2004 est en partie due à un changement méthodologique dans la collecte des statistiques dans certains pays de l'UE.

Source : Commission européenne, DG Énergie et Transport

#### Le transport de marchandises

La production de transport de marchandises, **tous modes confondus** et dans l'Union européenne à 25, s'établit à 3 804 milliards de tkm<sup>49</sup> en 2004, soit une progression de 28 % par rapport à 1995 et un taux de croissance annuel moyen de 2,8 % sur cette période.

La part de la route représente 44,3 %, le maritime 39 %, le rail 10 %, le fluvial 3,4 %, les oléoducs 3,3 % et l'aérien 0,1 %.

Tableau III.12. : Répartition par mode (en %)

	Route	Rail	Naviga-tion fluviale	Pipe-lines	Mer	Air
1995	42,1	12,1	4,0	3,6	38,2	0,1
1996	42,3	12,0	3,9	3,7	38,0	0,1
1997	42,1	12,1	4,0	3,5	38,2	0,1
1998	43,0	11,5	3,9	3,6	37,9	0,1
1999	43,5	10,8	3,8	3,5	38,3	0,1
2000	43,0	10,8	3,8	3,4	38,8	0,1
2001	43,2	10,2	3,7	3,5	39,4	0,1
2002	43,7	10,0	3,6	3,4	39,3	0,1
2003	43,5	10,1	3,3	3,4	39,6	0,1
2004	44,3	10,0	3,4	3,3	39,0	0,1

Si l'on se réfère au seul **mode terrestre** de transport (tableau ci-dessous), la part de la route s'établit alors, en 2004, à 72,6 %, suivie par le rail à 16,4 %, le fluvial à 5,6 % et les oléoducs à 5,4 %.

Tableau III.13. : Répartition des modes de transport terrestre (en %)

	Road	Rail	Inland Water-ways	Pipe- lines
1995	68,1	19,6	6,5	5,8
1996	68,4	19,4	6,3	6,0
1997	68,2	19,7	6,4	5,7
1998	69,3	18,5	6,3	5,9
1999	70,6	17,5	6,2	5,7
2000	70,5	17,7	6,2	5,6
2001	71,3	16,8	6,1	5,8
2002	72,0	16,5	5,9	5,6
2003	72,2	16,7	5,5	5,7
2004	72,6	16,4	5,6	5,4

<sup>49</sup> Tkm = 1 tonne de marchandise transportée sur 1 kilomètre.

Figure III.13. : Performance par moyen de transport (fret) dans l'Union européenne à 25 de 1995 à 2004 (en milliards de tonne par kilomètre)

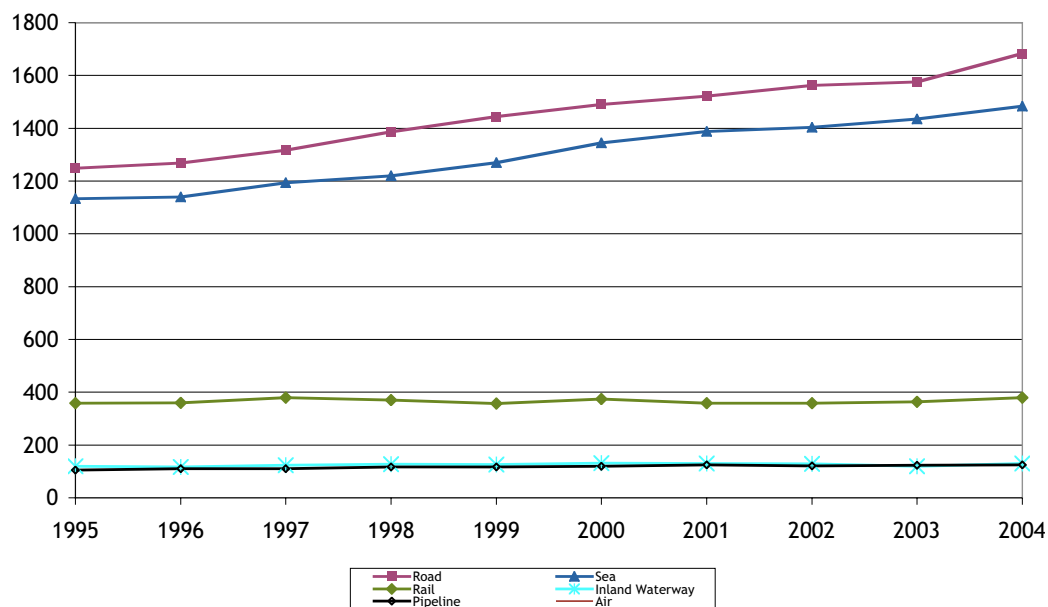
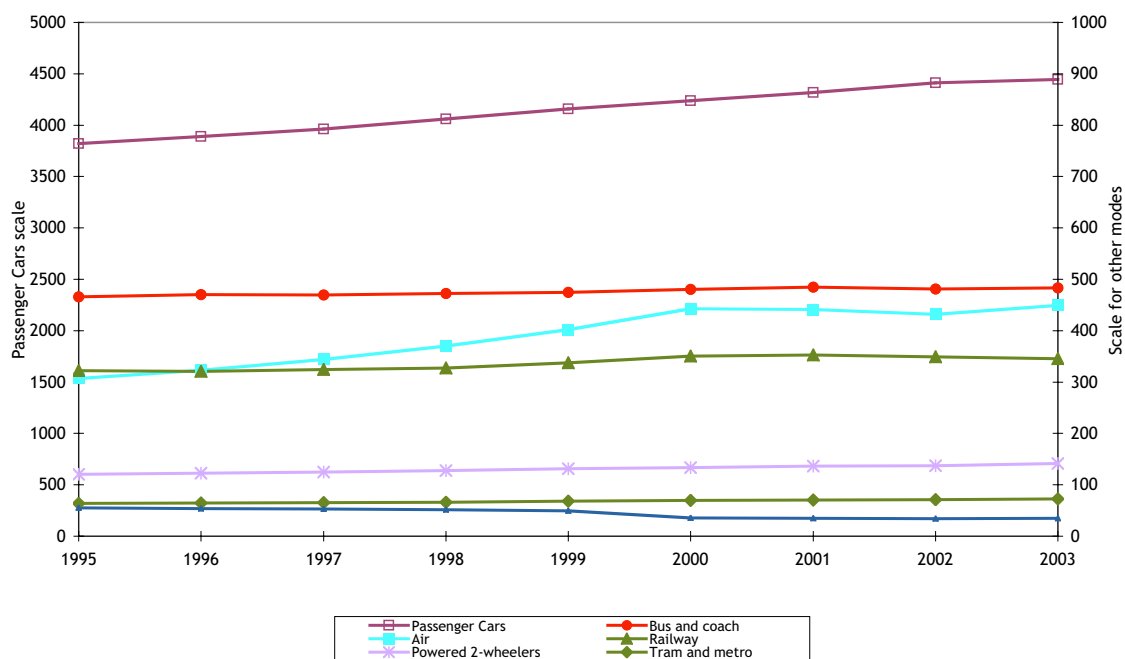


Figure III.14. : Performance par mode de transport (passagers) de l'Union européenne à 25 de 1995 à 2003 (en milliards de passagers par kilomètre)





## Le transport de voyageurs

La production de transport de voyageurs s'établit à 5 970 milliards de pkm<sup>50</sup> en 2003, soit + 15,8 % au regard de 1995 et un taux de croissance annuel moyen de 1,4 % au cours de la période 1995-2003.

La part de la voiture représente 74,4 %, très loin devant les cars et bus (8,1 %), l'aérien (7,5 %) et le rail (5,8 %).

Si l'on ne prend en compte que le transport terrestre (tableau ci-dessous), la part de la voiture est encore plus importante (83,2 %), devant les cars et bus (9 %), le rail (6,5 %) et le tram et métro (1,4 %).

**Tableau III.14. : Répartition des moyens de transport terrestre par pays de l'Union européenne à 25 pour le transport de passagers en 2003 (en passagers par km, en taux)**

	Voitures	Bus et cars	Train	Tram & Métro
BE	82,8	10,3	6,2	0,7
CZ	73,7	10,1	7,0	9,2
DK	80,4	11,9	7,7	0,1
DE	84,8	6,7	7,1	1,5
EE	79,5	18,2	1,4	0,8
EL	71,5	25,1	1,8	1,6
ES	82,3	11,7	4,6	1,3
FR	85,4	4,9	8,3	1,3
IE	74,8	20,2	5,0	-
IT	82,7	11,4	5,3	0,7
CY	82,3	17,7	-	-
LV	73,2	18,7	5,6	2,5
LT	86,5	11,5	1,9	-
LU	82,3	14,1	3,6	-
HU	59,6	24,0	13,2	3,2
MT	90,0	10,0	-	-
NL	86,5	4,4	8,2	0,9
AT	75,9	13,8	7,7	2,6
PL	76,1	13,2	8,7	2,0
PT	86,9	9,4	3,0	0,7
SI	89,4	6,1	4,5	-
SK	70,7	21,9	6,5	0,9
FI	83,8	10,8	4,7	0,7
SE	81,7	8,9	7,7	1,7
UK	87,5	6,1	5,3	1,1
UE à 25	83,2	9,0	6,5	1,4
UE à 15	84,1	8,4	6,3	1,2

<sup>50</sup> pkm = 1 passager transporté sur une distance de 1 kilomètre.

Tableau III.15. : L'emploi par mode de transport

	Route	Route	Transport maritime	Transport aérien
	Fret	Passagers		
BE	62 538	31 899	537	5 520
CZ	100 338	51 795		5 340
DK	38 673	30 504	13 242	11 675
DE	275 207	279 526	17 089	51 471
EE	12 057	6 387		562
EL				
ES	348 876	161 639	7 299	37 699
FR	333 423	210 713	13 122	73 626
IE	15 658	8 100		
IT	329 413	141 480	21 277	24 850
CY	2 557	2 188	3 435	2 434
LV	11 851	14 977	366	608
LT	25 983	19 401	1 745	1 002
LU	6 500	1 844	437	3 081
HU	66 875	54 082	10	3 810
MT	811	1 473	734	2 279
NL	114 734		6 889	
AT	57 549	42 615	10	7 583
PL			2 443	
PT	60 178	38 760	835	8 785
SI	17 184	4 952	164	595
SK	9 218	17 362	0	342
FI	41 302	24 108	8 187	8 298
SE	61 424	49 751	13 243	12 538
UK	311 904	209 841	14 074	89 948
BG	49 650			3 184
RO	57 511	68 758		

Source : Eurostat (economic activity according to NACE Rev.1 classification)

Note : données en italiques : 2002 pour LU, MT, IE, PL, SK; 2001 pour BE, DK, NL, SE et BG

	Rail	Navigation fluviale	Pipelines	Agences de voyage et tour opérateurs	Autres activités de transport*
BE		735		8 532	39 443
CZ		1 142		12 452	28 713
DK	8 230	123		5 411	25 583
DE	87 752	9 034	511	61 934	409 134
EE	3 917		0	1 541	9 306
EL					
ES	36 788	247	0	47 358	150 175
FR		3 325		45 035	256 795
IE					10 993
IT	73 814	2 902	3 015	42 830	288 205
CY	0	0	0	2 703	4 680
LV	15 611	17	389	1 321	14 831
LT		120	0	1 810	11 616
LU	3 249	1 212	0	658	1 688
HU	55 129	1 502	8	6 024	23 753
MT	0	0	0	1 771	3 317
NL		13 264	137	21 947	65 410
AT	48 900	331	106	12 789	26 141
PL					61 460
PT		969		7 862	29 848
SI	8 544	27	0	2 336	6 716
SK		911		2 520	7 320
FI	8 668	254	0	5 093	19 579
SE	8 560	1 019	21	12 440	42 565
UK	48 396	2 135	368	136 665	244 571
BG		939		5 188	34 774
RO		4 272		5 515	34 764

Source : Eurostat (economic activity according to NACE Rev.1 classification)

\* : Gestion et stockage des cargos, autres activités support, activités des autres agences de transport

Données en italique : 2002 pour LU, MT, IE, PL et SK ; 2001 pour BE, DK, NL, SE et BG



## Le transport intermodal

Le développement du transport intermodal, qu'il associe la route à la mer, au rail ou au fleuve, est considéré par la Commission européenne comme une alternative au transport routier de bout en bout et comme l'une des solutions pour réduire les émissions de GES générées par le secteur des transports (Livre blanc 2001, révision du Livre blanc en 2006).

L'Union européenne développe sa propre politique de soutien à l'intermodalité, en complément des politiques nationales, même si aucune directive ne lui a été consacrée. Le programme Marco Polo ne dispose toutefois que de moyens limités, tandis que les nœuds des réseaux, les chantiers intermodaux, ne figurent pas explicitement dans les réseaux transeuropéens de transport (RTET) promus par l'Union. Enfin, l'interopérabilité ferroviaire est encore très imparfaite et fait obstacle au développement du transport ferré et, *a fortiori*, rail-route.

Le rapport de l'observatoire des transports sur l'intermodalité<sup>51</sup> juge la situation et la dynamique du transport intermodal en Europe « spassement contradictoires ». Les pays et les opérateurs connaissant une croissance de leur trafic côtoient ceux qui régressent. Les gouvernements qui investissent dans des projets et de nouvelles capacités voisinent avec ceux qui, tout en proclamant leur souhait d'un autre équilibre entre les modes, réduisent les subventions et diminuent les trafics intermodaux.

La réussite dans certains pays ou sur certaines lignes montre cependant que les solutions intermodales peuvent trouver en Europe les conditions de leur succès. Pour autant, le transport combiné n'est apte qu'à économiser un pourcentage relativement modeste de l'effet de serre produit par les transports.

## L'emploi dans le transport

En 2003, le secteur des transports employait environ 7,5 millions de personnes dans l'Union européenne à 25.

Parmi elles, 61 % travaillent dans le transport terrestre (route, rail, fluvial), 2 % dans le transport maritime, 5 % dans le transport aérien et environ un tiers (32 %) dans des activités de transport supports ou auxiliaires (telles que la manutention, le stockage et l'entreposage, les agences de voyages et de transport, les tours opérateurs).

Cinq pays se partagent près de 70 % des salariés du transport :

- l'Allemagne : 17 % ;
- le Royaume-Uni : 15 % ;
- la France : 13 % ;
- l'Italie : 13 % ;
- l'Espagne : 11 %.

Dans le secteur du fret routier, l'emploi a augmenté régulièrement dans le passé, porté par la dynamique de la croissance économique.

En revanche, le déclin du trafic ferroviaire et les restructurations d'entreprises qui ont suivi les réformes réglementaires ont entraîné une réduction forte de l'emploi du secteur ferroviaire, passé de 1,8 million d'emplois en 1970 à environ 770 000 emplois en 2000 pour les quinze anciens États membres, avec une décrue nettement ralentie ces dernières années (760 000 en 2004). Si l'emploi semble pouvoir être stabilisé dans le secteur ferroviaire dans les prochaines années, particulièrement dans les anciens États membres, la tendance devrait se poursuivre dans les nouveaux États membres.

Le secteur du transport en général occupe relativement peu de jeunes et des travailleurs âgés relativement nombreux. En particulier, on constate le poids des travailleurs vieillissants dans la plupart des pays, notamment en Italie, en Grèce, en Espagne, au Royaume-Uni et au Danemark, où plus de 40 % de la population salariée travaillant dans le secteur est âgée de plus de 44 ans. Ceci devrait aggraver la pénurie de main-d'œuvre acceptant de travailler dans le

<sup>51</sup> Observatoire des politiques et des stratégies de transport en Europe, *Le transport intermodal en Europe*, dossier n°7, juin 2005.



transport routier que rencontrent plusieurs pays européens. En revanche, dans certains nouveaux États membres, comme la Pologne, la disponibilité de main-d'œuvre alimente le transport routier et renforce sa compétitivité.

De manière générale, en raison de conditions de travail pas toujours conciliables avec la vie de famille, la part des femmes employées dans le transport de fret et particulièrement dans la conduite est faible et reste stable.

### 3.2. Les émissions de gaz à effet de serre

Le transport est responsable de 26 % des émissions de GES en 2003. Ces émissions ont progressé de 26 % entre 1990 et 2003.

Ces émissions proviennent à 84 % de la route (+ 25 % entre 1990 et 2003), à 13 % de l'aérien (+ 55 % entre 1990 et 2003), à 2 % du fluvial (– 15 % entre 1990 et 2005) et à 1 % du rail (– 33 % entre 1990 et 2005).

### 3.3. Des scénarios qui semblent encore faire la part belle à la route...

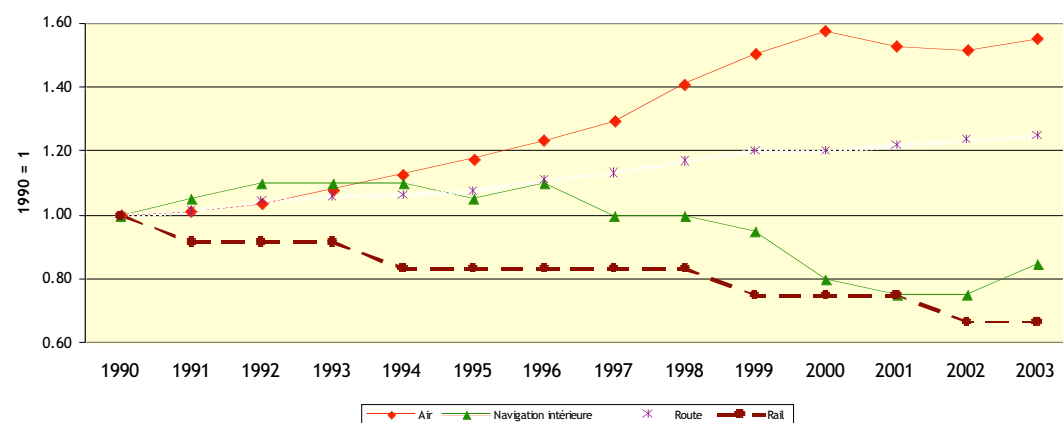
Deux scénarios ont été sélectionnés à partir des projections réalisées par la DG Énergie et Transport de la Commission pour le Livre blanc 2001. Il s'agit du scénario de référence 2005 (*business as usual*, BAU) et du scénario Extended policy, qui est celui qui, au regard du scénario BAU, aboutit à la plus forte réduction de CO<sub>2</sub>.

#### Scénario de référence 2005

Il tient compte des évolutions démographiques, de la croissance économique peu dynamique récente et des prix élevés de l'énergie.

Il tient compte également des politiques et mesures prises par chaque État membre de l'Union européenne à 25, ainsi que des énergies renouvelables.

Figure III.15 : Évolution des émissions de CO<sub>2</sub> dans le transport





Parmi les autres hypothèses retenues dans ce scénario figurent :

- la poursuite des politiques sur la réforme économique (stratégie de Lisbonne) ;
- l'achèvement du marché intérieur de l'énergie ;
- l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables ;
- l'atteinte des cibles déterminées par les constructeurs automobiles dans la réduction du CO<sub>2</sub> ;
- la fermeture progressive des centrales nucléaires dans certains États membres, comme prévu ;
- un prix de la tonne de CO<sub>2</sub> à 5 euros ;
- une croissance économique plus faible (2 % jusqu'en 2030) ;
- une légère progression de la population d'ici à 2020, qui stagnerait plus ou moins ensuite, et un prix du baril de pétrole à 55 euros (en 2005) et à 95 euros en 2030, avec une inflation à 2 %.

### **Part du transport dans la demande finale d'énergie**

Le rôle prédominant du secteur du transport dans la croissance de la demande finale en énergie se confirme à l'horizon 2010 (+ 1,4 % par an).

Après 2010, le découplage de l'activité du transport avec la croissance du PIB et les progrès technologiques conduisent à un ralentissement de la croissance de la demande entre 2010 et 2020 (+ 0,8 % par an), et même à une baisse des besoins en énergie dans la période suivante, 2020-2030 (– 0,1 %).

Ainsi, comparativement à 1990, le transport enregistrerait, en 2030, la troisième plus forte progression avec + 20,8 %, après le résidentiel (+ 28,5 %) et le tertiaire (+ 41,7 %). L'industrie enregistrerait une augmentation de + 18,6 %.

En 2030, le transport dans l'Union européenne à 25 devrait représenter 30 % de la demande finale d'énergie, soit encore la plus forte part.

### **Les émissions de CO<sub>2</sub>**

La croissance des émissions de CO<sub>2</sub> doit ralentir d'ici à 2030, et même devenir négative au-delà.

Cette tendance s'explique par les progrès technologiques, le découplage de l'activité du transport avec la croissance économique et la pénétration croissante du biocarburant mélangé à l'essence et au diesel.

En 2030, les émissions de CO<sub>2</sub> dans le transport devraient être 12,7 % supérieures à celles de 2000 et représenter 27,6 % du total des émissions, contre 26,4 % en 2000.

### **Constats**

**Pour l'activité passagers : forte progression de l'activité dans l'aviation entraînant une progression de sa part dans le transport total – Prépondérance maintenue de la part de la voiture personnelle à près de 80 %.**

Entre 2000 et 2030, l'activité passagers devrait connaître une progression globale de 48,7 %. Dans le détail, elle se décline de la façon suivante :

- aviation : + 152,5 % ;
- véhicules privés et motos : + 49,5 % ;
- navigation intérieure : + 47,3 % ;
- rail : + 25,6 % ;
- le transport routier de voyageurs : – 2,8 %.

Au regard de 2000, la part relative de chacun de ces modes de transport se modifie en 2003. Ainsi :

- elle stagnerait pour les voitures privées (78 %) et la navigation intérieure (0,6 %) ;
- elle augmenterait pour l'aviation de 6,3 % à 9,2 % ;
- elle diminuerait légèrement pour le rail (6,2 % contre 7,2 %) et plus fortement pour les transports publics routiers (8,2 % à 5,7 %).

**Pour l'activité marchandises, les camions progressent fortement et voient leur part renforcée au détriment du rail et de la navigation intérieure.**

Entre 2000 et 2030, l'activité progresserait très fortement pour les camions (+ 78,8 %), et dans de moindres proportions pour la navigation intérieure (+ 23,8 %) et le rail (+ 17,3 %).

De ce fait, la part des camions dans l'activité totale progresserait (de 69,7 % à 77,4 %), tandis que celles du rail (de 17,6 % à 12,8 %) et de la navigation intérieure (de 12,7 % à 9,8 %) diminueraient.

**Pour la demande d'énergie, les camions progressent également fortement et devraient représenter environ 40 % de la demande finale en 2030, comme le transport public de voyageurs.**

La demande d'énergie augmenterait globalement de 20,8 % entre 2000 et 2030.

Elle s'accroîtrait, entre 2000 et 2030, pour :

- les camions (+ 52,1 %). Ils représenteraient alors 40,9 % de la demande finale en 2030, contre 32,5 % en 2000 ;
- l'aviation (+ 33,2 %) et la navigation intérieure (+ 18,3 %). Leurs parts respectives resteraient relativement stables sur la période.

Elle baisserait pour le transport public de voyageurs (– 24,2 %) et le rail (– 32,3 %) et stagnerait pour les voitures personnelles. Leurs parts relatives diminueraient également.

La route, avec les camions et les véhicules particuliers, resterait encore largement consommatrice, avec plus de 80 % de la demande d'énergie du secteur transport.

### Le scénario Extended policy

Ce scénario est celui qui se rapproche le plus de l'option C du Livre blanc de *La politique européenne des transports à l'horizon 2010 : l'heure des choix*, avec une croissance des émissions de CO<sub>2</sub> entre 1998 et 2010 :

- + 1 % pour le transport de voyageurs ;
- 26 % pour le transport de marchandises ;

- + 10 % pour le transport total<sup>52</sup>.

À l'horizon 2010, la part du rail et des transports publics routiers reviendrait au niveau de 1998.

Ces modes de transport vont donc s'accroître plus fortement que dans le scénario BAU, tandis que les autres modes de transport conserveraient des volumes inchangés par rapport au niveau du scénario BAU. Ces autres modes de transport augmentent donc plus lentement que dans le scénario BAU.

Dans ce scénario, la capacité de remplissage de tous les modes de transport augmenterait de façon significative jusqu'en 2010 par rapport aux tendances du scénario de base. Cela signifie que tous les modes de transport seraient utilisés de manière plus efficace.

Ce scénario Extended policy est considéré comme celui impliquant pratiquement toutes les mesures qui peuvent être exécutées d'ici à 2010 pour limiter la consommation d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub> des moyens de transport.

Il suppose les hypothèses suivantes :

- une forte pénétration, à l'horizon 2020-2030 du gaz naturel, des biocarburants et de l'hydrogène alors que, dans le scénario BAU, le secteur du transport reste lourdement dépendant des carburants liquides ;
- des efforts importants pour développer les infrastructures du réseau transeuropéen de transport, ainsi que celles nécessaires pour les nouveaux carburants tels que l'hydrogène et le méthanol. De même, les hypothèses prévoient le développement de nouvelles technologies automobiles telles que le véhicule au gaz naturel ;
- l'incorporation de la directive 2003 sur la taxation des produits énergétiques et de l'électricité. Elle ne serait prise en compte qu'après 2010 pour tenir compte du délai de mise en application dans les différents États membres ;

---

<sup>52</sup> Pour mémoire, les émissions totales augmenteraient de 43 % dans le scénario BAU (poursuite des tendances actuelles), de 17 % dans l'option A et de 15 % dans l'option B.



- un prix de CO<sub>2</sub> de 12 euros la tonne en 2010, de 16 euros la tonne en 2015 et de 20 euros la tonne en 2020 et après.

### Émissions de CO<sub>2</sub>

Les émissions de CO<sub>2</sub> en 2030 représenteraient une hausse de 10 % par rapport à celles de 1990, mais une baisse de – 10 % par rapport à 2000.

### Constats

**Pour l'activité voyageurs (en milliards de pkm) : forte progression de l'activité de l'aviation entraînant celle de sa part dans l'activité globale. La voiture personnelle représenterait toujours les trois quarts de l'activité.**

L'activité totale progresserait de 32,8 % entre 2000 et 2030, soit moins que la progression décrite dans le scénario BAU. Tous les modes de transport seraient concernés par une progression de leur activité. Elle serait même plus prononcée que dans le scénario BAU pour le transport public et le rail.

En conséquence, la part de l'aviation progresserait de 5,4 % à 9,7 % (plus fortement que dans le scénario BAU). Celles du transport public et des voitures particulières baisseraient, tandis que la navigation intérieure stagnerait (0,6 %).

**Pour l'activité marchandises (en milliards de tkm) : forte progression des camions qui représenteraient une part toujours plus importante de l'activité marchandises.**

L'activité des camions doublerait entre 2000 et 2030. La croissance serait soutenue également pour le rail (+ 53,8 %) et la navigation intérieure (+ 68,2 %). Globalement, l'activité totale croîtrait de 88,1 % (+ 61 % dans le scénario BAU).

La part des camions augmenterait, celles du rail et de la navigation intérieure baisseraient.

### La différence avec le scénario BAU porte sur la demande d'énergie

La demande totale n'augmenterait en effet que de 6,6 % (entre + 17 % et + 23 % dans les scénarios précédents).

La demande diminuerait pour :

- le transport public de voyageurs : – 11,4 % ;
- la voiture personnelle : – 14,7 % ;
- le rail : – 26,7 %.

Elle augmenterait pour :

- les camions : + 40 % ;
- la navigation intérieure : + 44,4 % ;
- l'aviation : + 4,7 %.

La structure de la demande se modifie entre 2000 et 2030. Les parts diminuent pour le transport public de voyageurs, les voitures personnelles et le rail, tandis qu'elles augmentent pour les camions et la navigation intérieure.

Pour l'aviation, la part serait de 13,3 % (13,6 % en 2000), après avoir atteint son niveau le plus bas en 2010, à 10,4 %.

### Variante du scénario Extended policy : baisse d'activité et rééquilibrage rail/route

Sur la base du scénario Extended policy, nous avons construit deux variantes.

#### Un scénario intitulé « Extended policy - lower freight activity »

Pour le transport de passager, l'hypothèse de base est une baisse de l'activité transport privé par la route de – 10 % en 2010, de – 20 % en 2020 et de – 25 % en 2030 par rapport au scénario Extended policy, compensée par une augmentation de l'activité de transport public route et ferroviaire.

Pour le transport de fret, nous nous appuyons sur une hypothèse de baisse globale de l'activité fret de 5 % en 2010, de 11 % en 2020 et de 15 % en 2030 et sur un rééquilibrage du rail par rapport à la route ramenant la part du rail à 20 % en 2010, contre 18 % pour le scénario Extended policy, 25 % en 2020 contre 16 % pour le scénario Extended policy, et 26 % en 2030 contre 14 % pour le scénario Extended policy. Ainsi, la part du rail serait ramenée à son niveau de 1990.

Dans le cadre de ce scénario « lower activity », les émissions de CO<sub>2</sub> peuvent être estimées à 845,5 Mt à l'horizon 2030, soit une diminution de plus de - 3 % par rapport au scénario Extended policy, et de - 13 % par rapport à l'année 2000, contre - 10 % pour le scénario Extended policy.

émissions de CO <sub>2</sub> en Mt	1990	2000	2010	2020	2030
Sc. Extended policy	792,7	969,9	860,9	840,4	871,8
Sc. Extended policy lower activity	792,7	969,9	852,2	829,2	845,5

Ce scénario suppose, comme le proposent nombre d'ONG environnementales, une politique de rééquilibrage au profit des transports publics dans le domaine du transport de passagers, ainsi qu'une correction des effets pervers des politiques d'aménagement du territoire qui ont provoqué un fort développement spatial des zones urbaines, sans se soucier des conséquences en matière de déplacements et d'efficacité énergétique. La panoplie des outils est large et va de la politique de localisation des activités à la maîtrise de l'urbanisation et de l'aménagement des voies urbaines, en passant par l'évaluation des politiques d'aménagement.

Pour le fret, ce scénario implique une politique articulant développement de l'intermodalité (route-fer), une meilleure gestion des flux et le raccourcissement des distances parcourues (produire localement pour un marché local).

Enfin, une politique fiscale (taxe sur les carburants) profiterait mécaniquement aux modes alternatifs à la route, lesquels sont bien plus sobres à la tonne par km. À cet égard, l'exemple suisse est très intéressant, puisque ce pays a choisi d'introduire une redevance unique 96, valable pour tous les camions mais proportionnelle au kilométrage parcouru. Ainsi, le transport routier à faible distance, souvent pivot essentiel de la socio-économie locale, n'est pas pénalisé, à l'inverse des grands routiers qui se voient financièrement incités à prendre le train. L'Allemagne a introduit une taxe similaire, mais seulement sur les autoroutes.

### Un scénario intitulé « Extended policy – lower freight and passenger activity »

Ce scénario suppose une baisse de l'activité transport de passagers de 8 % à l'horizon 2030 par rapport au scénario Extended policy, qui s'ajoute à la baisse de l'activité fret de 15 % prévue par ce même scénario.

En effet, renforcer la diminution des émissions de CO<sub>2</sub> suppose, dans le cadre des hypothèses technologiques du scénario Extended policy, d'accentuer les politiques en faveur de la réduction du transport privé de passagers.

Ce scénario conduit à une hausse des émissions de 1,2 % en 2030 par rapport à leur niveau de 1990, mais à une réduction de 17 % par rapport à l'année 2000.

émissions de CO <sub>2</sub> en Mt	1990	2000	2010	2020	2030
Sc. Extended policy	792,7	969,9	860,9	840,4	871,8
Sc. Extended policy lower activity pass. And Freight	792,7	969,9	823,3	797,2	802,4





### **Conclusion : un manque de visibilité sur les moyens de réduction des émissions à long terme**

Incontestablement, les politiques orientées vers une réduction globale de l'activité transport et un rééquilibrage au profit des transports publics (rail notamment, mais aussi voies navigables pour le fret) sont de nature à réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, mais aussi les externalités négatives liées notamment à la gestion des axes routiers.

Toutefois, ces politiques structurantes ne sauraient suffire pour atteindre un objectif volontariste de réduction de 40 % des émissions de CO<sub>2</sub> du transport en 2030. Le scénario le plus volontariste prévoit, au mieux, une stabilisation des émissions en 2030 par rapport à 1990.

En particulier, l'objectif du Livre blanc en matière de transfert modal semble soulever de grandes difficultés en l'absence de réduction du volume de l'activité transport, si l'on considère qu'aucun des scénarios développés par la direction générale TREN dans le cadre du Livre blanc n'atteint une stabilisation de la part du rail et du transport public routier en 2010 à leur niveau de 2000.

La diffusion rapide de technologies propres relève, à cet égard, d'un enjeu stratégique et suppose des dispositifs adaptés en matière de financement de la recherche et développement.

**Tableau III.16.: Part du rail et du transport routier public dans les différents scénarios**

	BAU		Extended Policy		Extended policy - lower freight activity		WWF/WI	
	2000	2030	2000	2030	2000	2030	2000	2030
Activité totale (en Gtkm)	7,597	11,562	7,597	12,568	7,597	10,586		
Part du rail et du transport routier public	23%	12%	17%	15%	17%	36%	16%	16%

Tableau III.17. : Transport de voyageurs (en milliards de pkm) : scénario Extended policy

		Différence avec Baseline																	
Activités (Gpkm)	1990	2000	2010	2020	2030	2010		2020		2030		Variation	00-10	00-20	00-30				
	Montant	%	Montant	%	Montant	%													
Transport routier public	504,1	480,1	559,2	594,6	623,4	64,2	13,0	114,0	23,7	156,7	33,6	79,1	114,5	143,3					
Voitures et motocycles privés	3 529,3	4 253,1	4 922,7	5 684,3	6 379,9	-93,9	-1,9	-96,4	-1,7	21,3	0,3	669,6	1 431,2	2 126,8					
Rail	411,9	402,7	500,2	578,3	650,7	53,8	12,1	99,8	20,9	145,1	28,7	97,5	175,6	248,0					
Aviation	166,3	296,9	403,0	595,6	824,8	-48,6	-0,8	-21,1	-3,4	75,1	10,0	106,1	298,7	527,9					
Navigation fluviale	29,2	33,6	39,3	45,8	53,3	-0,4	-1,0	0,3	0,7	3,8	7,7	5,7	12,2	19,7					
TOTAL	4 640,8	5 466,4	6 424,4	7 498,6	8 532,1	-24,9	-0,4	96,6	1,3	402,0	4,9	958,0	2 032,2	3 065,7					
Distance par personne (en km)	10 528	12 069	13 929	16 227	18 622	31,0	0,2	454,0	2,9	1300,0	7,5								
Activités (Structure)																			
Transport routier public	10,9%	8,8%	8,7%	7,9%	7,3%											Variation	00-10	00-20	00-30
Voitures et motocycles privés	76,0%	77,8%	76,6%	75,8%	74,8%														
Rail	8,9%	7,4%	7,8%	7,7%	7,6%														
Aviation	3,6%	5,4%	6,3%	7,9%	9,7%														
Navigation fluviale	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%														
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%														

Tableau III.18. :Transport de marchandises (en milliards de tkm) : scénario Extended policy

						Différence avec Baseline									
Activités (Gtkm)	1990	2000	2010	2020	2030	2010		2020		2030		Variation	00-10	00-20	00-30
						Montant	%	Montant	%	Montant	%				
Camions	1 034,1	1 486,3	1 851,1	2 378,3	2 975,2	-40,1	-2,1	66,6	2,9	317,8	12,0	364,8	892,0	1 488,9	
Rail	461,7	374,2	462,2	516,5	561,6	60,2	15,0	95,1	22,6	122,7	28,0	88,0	142,3	187,4	
Navigation fluviale	258,1	271,0	372,6	436,8	499,6	83,6	28,9	121,2	38,4	164,0	48,9	101,6	165,8	228,6	
TOTAL	1 753,9	2 131,5	2 685,9	3 331,6	4 036,4	0,0	-0,1	-7,3	-0,2	-6,5	-0,2	554,4	1 200,1	1 904,9	
Activité de fret par unité de PIB (tkm / 1 000 € de 2000)	240	238	235	230	224	-4,0	-0,1	-1,0	-0,2	0,0	-0,2				
Activités (Structure)												Variation	00-10	00-20	00-30
Camions	59,0%	69,7%	68,9%	71,4%	73,7%							24,5%	60,0%	100,2%	
Rail	26,3%	17,6%	17,2%	15,5%	13,9%							23,5%	38,0%	50,1%	
Navigation fluviale	14,7%	12,7%	13,9%	13,1%	12,4%							37,5%	61,2%	84,4%	
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%							26.0%	56.3%	89.4%	

Tableau III.19. : Demande d'énergie (en millions de tep) : scénario Extended policy

[illegible]



## Tableaux III.20. : transport de voyageurs et de marchandises (en Gpkm)

### TRANSPORT DE VOYAGEURS (en Gpkm)

	Baseline Scénario									Promoting rail - load trans			Energy policy		
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Activités (en milliards de pkm)															
Transport public routier	504,1	463,0	480,1	484,4	495,0	487,5	480,6	474,4	466,7	560,0	595,6	624,2	505,4	535,8	560,6
Voitures et motocycles privés	3 529,3	3 857,5	4 253,1	4 580,5	5 016,6	5 408,2	5 780,7	6 090,1	6 358,6	4 922,4	5 686,1	6 380,3	5 027,0	5 791,7	6 483,4
Rail	411,9	369,4	402,7	422,0	446,4	462,3	478,5	493,7	505,6	503,2	581,3	654,1	413,7	478,0	536,3
Aviation	166,3	212,5	296,9	369,7	451,6	535,2	616,7	686,1	749,7	402,8	595,3	824,2	451,5	664,6	917,3
Navigation fluviale	29,2	31,9	33,6	36,4	39,7	42,6	45,5	47,8	49,5	39,3	45,7	53,2	40,4	46,9	54,4
TOTAL	4 640,8	4 934,3	5 466,4	5 893,0	6 449,3	6 935,8	7 402,0	7 792,1	8 130,1	6 427,7	7 504,0	8 536,0	6 438,0	7 517,0	8 552,0
Distance par personne (en km)	10 528	11 011	12 069	12 843	13 898	14 842	15 773	16 577	17 322	13 936	16 239	18 631	13 959	16 267	18 666
Activités (Structure)															
Transport public routier	10,9%	9,4%	8,8%	8,2%	7,7%	7,0%	6,5%	6,1%	5,7%	8,7%	7,9%	7,3%	7,9%	7,1%	6,6%
Voitures et motocycles privés	76,0%	78,2%	77,8%	77,7%	77,8%	78,0%	78,1%	78,2%	78,2%	76,6%	75,8%	74,7%	78,1%	77,0%	75,8%
Rail	8,9%	7,5%	7,4%	7,2%	6,9%	6,7%	6,5%	6,3%	6,2%	7,8%	7,7%	7,7%	6,4%	6,4%	6,3%
Aviation	3,6%	4,3%	5,4%	6,3%	7,0%	7,7%	8,3%	8,8%	9,2%	6,3%	7,9%	9,7%	7,0%	8,8%	10,7%
Navigation fluviale	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

	Extended Policy			Full policy			Kyoto forever			Gothenburg type target		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Activités (en milliards de pkm)												
Transport public routier	559,2	594,6	623,4	559,2	594,6	623,4	501,7	531,6	555,7	501,7	530,9	553,5
Voitures et motocycles privés	4 922,7	5 684,3	6 379,9	4 922,7	5 684,2	6 379,6	5 016,5	5 773,0	6 453,8	5 016,5	5 758,1	6 399,4
Rail	500,2	578,3	650,7	500,2	578,5	651,2	411,9	473,6	530,6	411,9	470,5	522,8
Aviation	403,0	595,6	824,8	403,0	595,6	824,8	444,8	649,6	890,6	444,8	636,7	845,2
Navigation fluviale	39,3	45,8	53,3	39,3	45,7	53,3	40,3	46,7	54,2	40,3	46,7	54,0
TOTAL	6 424,4	7 498,6	8 532,1	6 424,4	7 498,6	8 532,1	6 415,2	7 474,5	8 484,9	6 415,2	7 442,9	8 374,9
Distance par personne (en km)	13 929	16 227	18 622	13 929	16 227	18 623	13 909	16 174	18 520	13 909	16 106	18 280
Activités (Structure)												
Transport public routier	8,7%	7,9%	7,3%	8,7%	7,9%	7,3%	7,8%	7,1%	6,5%	7,8%	7,1%	6,6%
Voitures et motocycles privés	76,6%	75,8%	74,8%	76,6%	75,8%	74,8%	78,2%	77,2%	76,1%	78,2%	77,4%	76,4%
Rail	7,8%	7,7%	7,6%	7,8%	7,7%	7,6%	6,4%	6,3%	6,3%	6,4%	6,3%	6,2%
Aviation	6,3%	7,9%	9,7%	6,3%	7,9%	9,7%	6,9%	8,7%	10,5%	6,9%	8,6%	10,1%
Navigation fluviale	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

### TRANSPORT DE MARCHANDISES (en Gtkm)

	Baseline Scénario								Promoting rail - load trans			Energy policy		
	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Activités (Gtkm)														
Camions	1 230,4	1 486,3	1 655,9	1 891,2	2 098,8	2 311,7	2 499,5	2 657,4	1 850,5	2 378,7	2 974,2	1 967,6	2 515,9	3 129,9
Rail	358,5	374,2	386,8	402,0	413,8	421,4	431,4	438,9	465,6	520,4	565,9	377,2	418,0	451,0
Navigation fluviale	265,4	271,0	278,5	289,0	303,2	315,6	327,0	335,6	372,7	437,0	499,7	345,0	402,9	458,8
TOTAL	1 854,3	2 131,5	2 321,2	2 582,2	2 815,8	3 048,7	3 257,9	3 431,9	2 688,8	3 336,1	4 039,8	2 689,8	3 336,8	4 039,7
Activité de fret par unité de PIB (en tkm pr 100)	238	238	239	236	229	223	218	214	235	231	224	235	231	224
Activités (Structure)														
Camions	66,4%	69,7%	71,3%	73,2%	74,5%	75,8%	76,7%	77,4%	68,8%	71,3%	73,6%	73,2%	75,4%	77,5%
Rail	19,3%	17,6%	16,7%	15,6%	14,7%	13,8%	13,2%	12,8%	17,3%	15,6%	14,0%	14,0%	12,5%	11,2%
Navigation fluviale	14,3%	12,7%	12,0%	11,2%	10,8%	10,4%	10,0%	9,8%	13,9%	13,1%	12,4%	12,8%	12,1%	11,4%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

	Extended Policy			Full policy			Kyoto forever			Gothenburg type target		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Activités (Gtkm)												
Camions	1 851,1	2 378,3	2 975,2	1 851,1	2 378,2	2 974,8	1 960,7	2 501,7	3 104,6	1 960,7	2 486,3	3 045,5
Rail	462,2	516,5	561,6	462,2	516,7	562,0	375,4	414,1	446,0	375,4	411,3	438,5
Navigation fluviale	372,6	436,8	499,6	372,6	436,8	499,5	343,2	400,3	455,2	343,2	398,8	450,1
TOTAL	2 685,9	3 331,6	4 036,4	2 685,9	3 331,7	4 036,3	2 679,3	3 316,1	4 005,8	2 679,3	3 296,4	3 934,1
Activité de fret par unité de PIB (en tkm pr 100)	235	230	224	235	230	224	234	229	222	234	228	218
Activités (Structure)												
Camions	68,9%	71,4%	73,7%	68,9%	71,4%	73,7%	73,2%	75,4%	77,5%	73,2%	75,4%	77,4%
Rail	17,2%	15,5%	13,9%	17,2%	15,5%	13,9%	14,0%	12,5%	11,1%	14,0%	12,5%	11,1%
Navigation fluviale	13,9%	13,1%	12,4%	13,9%	13,1%	12,4%	12,8%	12,1%	11,4%	12,8%	12,1%	11,4%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tableau III.21. : demande d'énergie (en Mtep) – Base Scenario

Activités	Baseline Scénario							Promoting rail - load trans			Energy policy		
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Transport public routier	7,0	7,0	7,0	6,7	6,3	5,8	5,3	7,4	7,4	7,0	7,0	6,4	5,8
Voitures et motocycles privés	158,3	169,3	170,2	164,4	168,9	166,5	159,9	150,6	148,9	142,3	166,0	159,8	150,7
Camions	108,1	119,8	135,6	148,4	156,8	162,4	164,4	120,3	151,3	181,5	142,2	157,7	165,4
Rail	8,9	8,9	8,3	7,2	6,5	6,2	6,0	8,4	7,4	7,4	7,4	5,8	5,6
Aviation	45,3	50,0	54,2	57,5	60,8	58,9	60,4	43,9	54,8	63,6	40,6	46,0	53,6
Navigation fluviale	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,3	6,4	6,3	7,2	8,2	6,2	6,9	7,4
<b>TOTAL</b>	<b>333,0</b>	<b>360,6</b>	<b>381,1</b>	<b>390,3</b>	<b>405,5</b>	<b>406,1</b>	<b>402,3</b>	<b>336,9</b>	<b>377,0</b>	<b>410,0</b>	<b>369,4</b>	<b>382,6</b>	<b>388,5</b>
<i>dont voyageurs et marchandises</i>	<i>218,1</i>	<i>234,0</i>	<i>238,6</i>	<i>235,1</i>	<i>242,0</i>	<i>236,9</i>	<i>230,9</i>	<i>208,9</i>	<i>216,9</i>	<i>219,4</i>	<i>219,5</i>	<i>217,2</i>	<i>215,5</i>
	114,9	126,7	142,8	155,4	163,7	169,4	171,3	128,3	159,8	190,7	149,8	165,2	173,3
Activités (Structure)													
Transport public routier	2,1%	1,9%	1,8%	1,7%	1,5%	1,4%	1,3%	2,2%	2,0%	1,7%	1,9%	1,7%	1,5%
Voitures et motocycles privés	47,5%	46,9%	44,7%	42,1%	41,7%	41,0%	39,7%	44,7%	39,5%	34,7%	44,9%	41,8%	38,8%
Camions	32,5%	33,2%	35,6%	38,0%	38,7%	40,0%	40,9%	35,7%	40,1%	44,3%	38,5%	41,2%	42,6%
Rail	2,7%	2,5%	2,2%	1,9%	1,6%	1,5%	1,5%	2,5%	2,0%	1,8%	2,0%	1,5%	1,4%
Aviation	13,6%	13,9%	14,2%	14,7%	15,0%	14,5%	15,0%	13,0%	14,5%	15,5%	11,0%	12,0%	13,8%
Navigation fluviale	1,6%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,6%	1,6%	1,9%	1,9%	2,0%	1,7%	1,8%	1,9%
<b>TOTAL</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<i>dont voyageurs et marchandises</i>	<i>65%</i>	<i>65%</i>	<i>63%</i>	<i>60%</i>	<i>60%</i>	<i>58%</i>	<i>57%</i>	<i>62%</i>	<i>58%</i>	<i>54%</i>	<i>59%</i>	<i>57%</i>	<i>55%</i>
	34%	35%	37%	40%	40%	42%	43%	38%	42%	47%	41%	43%	45%

Indicateurs	Baseline Scénario												
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Emissions de CO <sub>2</sub> (Mt de CO <sub>2</sub> )	969,9	1 038,8	1 074,6	1 087,0	1 115,5	1 108,1	1 092,9	962,1	1 065,9	1 144,4	1 005,3	1 039,1	1 054,8
Demande finale d'énergie (t de CO <sub>2</sub> /tep)	2,91	2,88	2,82	2,78	2,75	2,73	2,72	2,86	2,83	2,79	2,72	2,72	2,72
Transport de voyageurs (tep/Mpkm)	39,9	39,7	37,0	33,9	32,7	30,4	28,4	32,5	28,9	25,7	34,1	28,9	25,2
Transport de marchandises (tep/Mtkm)	53,9	54,6	55,3	55,2	53,7	52	49,9	47,7	47,9	47,2	55,7	49,5	42,9

Activités	Extended Policy			Full policy			Kyoto forever			Gothenburg type target		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Transport public routier	7,2	6,6	6,2	7,2	6,6	6,2	7,1	6,8	6,1	7,1	6,7	5,8
Voitures et motocycles privés	147,8	140,1	134,0	147,8	140,1	134,0	168,3	167,1	157,6	168,3	166,0	153,9
Camions	117,6	135,1	152,1	117,6	135,1	152,1	143,2	169,5	186,5	143,2	165,2	173,0
Rail	7,7	6,5	6,6	7,7	6,5	6,6	7,7	6,1	5,9	7,7	6,0	5,6
Aviation	33,1	39,6	47,2	33,1	39,6	47,2	47,9	55,1	61,3	47,9	49,3	48,9
Navigation fluviale	6,2	7,0	7,8	6,2	7,1	7,8	6,2	7,0	7,6	6,2	7,0	7,4
<b>TOTAL</b>	<b>319,6</b>	<b>334,9</b>	<b>353,9</b>	<b>319,6</b>	<b>335,0</b>	<b>353,9</b>	<b>380,4</b>	<b>411,6</b>	<b>425,0</b>	<b>380,4</b>	<b>400,2</b>	<b>394,6</b>
<i>dont voyageurs et marchandises</i>	<i>194,0</i>	<i>192,0</i>	<i>192,8</i>	<i>194,0</i>	<i>192,0</i>	<i>192,8</i>	<i>229,7</i>	<i>234,7</i>	<i>229,9</i>	<i>229,7</i>	<i>227,0</i>	<i>213,6</i>
	125,4	143,3	160,6	125,4	143,3	160,6	150,8	177,4	194,7	150,8	173,1	181,0
Activités (Structure)												
Transport public routier	2,3%	2,0%	1,8%	2,3%	2,0%	1,8%	1,9%	1,7%	1,4%	1,9%	1,7%	1,5%
Voitures et motocycles privés	46,2%	41,8%	37,9%	46,2%	41,8%	37,9%	44,2%	40,6%	37,1%	44,2%	41,5%	39,0%
Camions	36,8%	40,3%	43,0%	36,8%	40,3%	43,0%	37,6%	41,2%	43,9%	37,6%	41,3%	43,8%
Rail	2,4%	1,9%	1,9%	2,4%	1,9%	1,9%	2,0%	1,5%	1,4%	2,0%	1,5%	1,4%
Aviation	10,4%	11,8%	13,3%	10,4%	11,8%	13,3%	12,6%	13,4%	14,4%	12,6%	12,3%	12,4%
Navigation fluviale	1,9%	2,1%	2,2%	1,9%	2,1%	2,2%	1,6%	1,7%	1,8%	1,6%	1,7%	1,9%
<b>TOTAL</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<i>dont voyageurs et marchandises</i>	<i>61%</i>	<i>57%</i>	<i>54%</i>	<i>61%</i>	<i>57%</i>	<i>54%</i>	<i>60%</i>	<i>57%</i>	<i>54%</i>	<i>60%</i>	<i>57%</i>	<i>54%</i>
	39%	43%	45%	39%	43%	45%	40%	43%	46%	40%	43%	46%

Indicateurs												
	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Emissions de CO <sub>2</sub> (Mt de CO <sub>2</sub> )	860,9	840,4	871,8	860,9	840,4	871,7	1 090,8	1 168,8	1 190,5	1 090,8	1 134,9	1 102,8
Demande finale d'énergie (t de CO <sub>2</sub> /tep)	2,69	2,51	2,46	2,69	2,51	2,46	2,87	2,84	2,80	2,87	2,84	2,79
Transport de voyageurs (tep/Mpkm)	30,2	25,6	22,6	30,2	25,6	22,6	35,8	31,4	27,1	35,8	30,5	25,5
Transport de marchandises (tep/Mtkm)	46,7	43	39,8	46,7	43	39,8	56,3	53,5	48,6	56,3	52,5	46



### 3.4. La modélisation des effets emplois induits par les politiques de réduction de gaz à effet de serre dans le transport

#### Définition des ratios emploi

Pour appréhender les dynamiques d'emploi induites par les politiques de réduction de gaz à effet de serre, nous nous sommes appuyés sur l'outil méthodologique développé par Ecotec dans le cadre de l'étude qu'il a conduite pour les Amis de la Terre au Royaume-Uni, en 1997<sup>53</sup>. Cette étude, à ce jour, est la plus complète quant à la mesure des impacts de la mise en œuvre de politiques de développement durable des transports sur l'emploi.

Dans le cadre de cette étude, trois types de scénario sont envisagés, concernant uniquement le transport des passagers et ayant pour objectif une réduction de 10 % du trafic par rapport à 1999 à l'horizon 2010. Le scénario de base est construit autour d'une évolution des modalités de transport : principalement davantage de transport public et secondairement utilisation des vélos et de la marche, au détriment des transports privés. Le scénario technologique introduit dans la motorisation une pénétration des technologies propres : 10 % de CNG, 15 % pour les nouveaux carburants essence et diesel à faible émission et 5 % de véhicules électriques, essentiellement pour des usages urbains. Un troisième scénario

mélange le second et un développement important des modalités de location de véhicules au détriment du parc de véhicules privés. Le tableau ci-après résume les impacts sur l'emploi, au Royaume-Uni, de chacun des scénarios.

Le principal enseignement de cette étude porte, avec une amplitude plus ou moins grande selon les scénarios, sur la dynamique positive du point de vue de l'emploi de la mise en œuvre de politiques de développement durable dans les transports.

L'évaluation des impacts emploi réalisée par Ecotec repose sur les ratios techniques détaillés dans le tableau ci-après.

**Tableau III.23. : Ratios techniques du transport de passagers**

Nb d'emplois par milliard de pkm	Baseline	Scénario de transport durable	Haute technologie
Emplois liés à l'automobile	1 858	1 990	2 041
Emplois liés aux bus		1 047	
Emplois liés au rail		3 448	

Source Ecotec

Nb d'emplois directs par milliard de pkm	Baseline	Scénario de transport durable	Haute technologie
Emplois liés aux bus		2 890	
Emplois liés au rail		1 185	

Source DG Tren

Pour l'automobile, les ratios techniques prennent en compte l'ensemble de la filière automobile : constructeurs automobiles, équipementiers, services associés (distribution de carburant, réparation...), infrastructures et l'ensemble des inputs (matières et carburants). Ce ratio technique évolue entre le scénario Base line et High Technologie en fonction principalement de l'évolution du mix technologique en matière de motorisation<sup>54</sup>.

Pour les transports publics rail et route, le ratio prend en compte les emplois induits non seulement dans la construction et la réparation des matériels, mais aussi ceux induits par les

**Tableau III.22. : estimation de l'impact net des STS sur les emplois directs**

Scénarios	Industrie automobile	Cycles, bus et rail	Impact net
Baseline STS	- 43 000	+ 130 000	+ 87 000
Montée en technologie	- 23 000	+ 130 000	- 107 000
Combinaison haute-technologie / fort taux de leasing	- 8 000	+ 130 000	+ 122 000

Source : Ecotec

<sup>53</sup> *Less Traffic, More Jobs: The Direct Employment Impacts of Developing a Sustainable Transport System in the United Kingdom*, commissioned by Friends of the Earth.

<sup>54</sup> 10 % de gaz naturel, 5 % de pénétration pour le véhicule électrique, 11 % de pénétration pour le véhicule hybride à l'horizon 2010 (nouvelles acquisitions).

investissements dans les infrastructures. Nous avons complété cette évaluation réalisée par Ecotec en intégrant les emplois liés aux services de transport eux-mêmes (emploi dans les entreprises de transport), sur la base des statistiques 2005 de la DG TREN.

Pour le fret, nous avons repris les statistiques de la DG TREN sur les effectifs directs liés au transport routier et ferroviaire, que nous avons majorés afin de tenir compte des effectifs indirects (construction des matériels roulants) sur la base des statistiques Eurostat 2004.

Tableau III.24. : Ratios techniques du fret

Nb d'emplois par milliard de tkm	Directs	Indirects	Total
Emplois liés aux camions	1 550	562	2 112
Emplois liés au rail	534	192	727

Source : DG TREN et estimation Syndex

Bien entendu, cette estimation des emplois induits pour le transport du fret n'appréhende pas l'ensemble de la filière, comme le fait Ecotec. Elle nous permet toutefois d'appréhender l'emploi davantage en termes de dynamique que d'évaluation cible à travers les différences entre les scénarios Base Line, Extended policy et un scénario Transport vert.

### 3.5. L'évaluation des dynamiques d'emploi pour les secteurs du transport routier et ferroviaire

#### Scénario de référence (BAU)

Dans le cadre des hypothèses du scénario de base, les emplois directs et indirects dans le secteur du transport public de passagers seraient stables par rapport à 2000, alors que les emplois générés par les transports privés de passagers augmenteraient en moyenne de plus de 2 % par an entre 2000 et 2010, de près de 1,5 % entre 2010 et 2020 et de moins de 1 % entre 2020 et 2030. Sur l'ensemble de la période, les emplois générés par la croissance de l'activité de transport privé de passagers augmenteraient à un rythme de 1,6 % par an.

Avec une ampleur moindre, l'emploi généré par la croissance du rail s'inscrirait dans une dynamique de croissance. Plus soutenue sur la période 2000-2010 (en moyenne annuelle de 1 %), elle se ralentirait sur la période 2020-2030 (en moyenne de 0,55 % par an). Sur l'ensemble de la période, la croissance moyenne de l'emploi dans la filière transport ferroviaire de passagers serait de 0,8 %.

Dans le domaine du transport de marchandises, les emplois de la filière route seraient en progression constante : + 2,44 % sur la période 2000-2010, + 2,03 % sur la période 2010-2020,

Tableau III.25. : transport de voyageurs et de marchandises, base line

#### Transport de passagers : scénario Baseline

	1990	1995	2000	2010	2020	2030	1990	2000	2010	2020	2030	Difference			
	Activité (en milliards de pkm)						Emploi						00-10	10-20	20-30
Transport public routier	504,1	463,0	480,1	495,0	480,6	466,7	1 984 879	1 890 380	1 949 048	1 892 348	1 837 618	0,31%	-0,29%	-0,29%	
Voitures et motocycles privés	3 529,3	3 857,5	4 253,1	5 016,6	5 780,7	6 358,6	3 529	7 901 773	9 983 034	11 503 593	12 653 614	2,37%	1,43%	0,96%	
Rail	411,9	369,4	402,7	446,4	478,5	505,6	412	1 865 753	2 068 220	2 216 943	2 342 500	1,04%	0,70%	0,55%	
Aviation	166,3	212,5	296,9	451,6	616,7	749,7	166								

#### Transport de marchandises : scénario Baseline

	1990	1995	2000	2010	2020	2030	1990	2000	2010	2020	2030	Difference			
	Activités (en milliards de tkm)						Emploi						00-10	10-20	20-30
Camions	1 034,1	1 230,4	1 486,3	1 891,2	2 311,7	2 657,4	1 034,1	1 39 233,3	3 994 427,8	4 882 571,3	5 612 728,7	2,44%	2,03%	1,40%	
Rail	461,7	358,5	374,2	402,0	421,4	438,9	461,7	272 000,0	292 207,4	306 308,9	319 029,4	0,72%	0,47%	0,41%	





+ 1,40 % sur la période 2020-2030, alors que les emplois dans le ferroviaire seraient quasiment stables. En moyenne annuelle sur la période 2000-2030, la croissance des emplois dans la filière transport de fret par la route serait de l'ordre de 2 %, alors que celle des emplois de la filière rail ne serait que de 0,5 %.

### Scénario Extended policy

Ce scénario de rééquilibrage du transport de passagers en faveur du transport public et du rail par rapport au scénario BAU conduit à des évolutions sensibles de l'emploi suivant le type de modalité.

La dynamique de l'emploi dans le transport public de passagers par la route, à l'inverse du scénario *base line*, s'inscrit à la hausse avec une croissance annuelle de + 1,54 % sur la période 2000/2010, à comparer avec une croissance annuelle de + 0,3 % pour le scénario BAU. Ainsi, les emplois dans le transport public de passagers par la route seraient supérieurs de plus de 12 % à l'horizon 2010, de plus de 24 % à l'horizon 2020 et de plus de 33 % à l'horizon 2030, par rapport au scénario BAU.

Pour sa part, la dynamique de l'emploi pour le transport privé de passagers serait moins soutenue que dans le scénario BAU, sous l'effet d'une croissance moins soutenue de l'activité. Ainsi, sur la période 2000-2010, la croissance de l'emploi serait de + 2,17 %, pour une croissance

de + 2,37 % dans le scénario BAU. À l'horizon 2010, les emplois générés dans le cadre du scénario Extended policy seraient inférieurs de – 1,87 % au scénario BAU.

Quant à l'emploi généré par l'activité transport de passagers par le rail, il serait animé d'une dynamique de croissance plus soutenue que dans le scénario BAU :

- + 2,19 % contre + 1,04 % sur la période 2000-2010, soit un écart de + 12 % à l'horizon 2010 par rapport au BAU ;
- + 1,46 % contre 0,70 % sur la période 2010-2020, soit un écart de + 20 % à l'horizon 2020 par rapport à la BAU.

À l'horizon 2030, l'écart par rapport au BAU serait de près de 30 %.

Pour ce qui est du fret, les hypothèses du scénario Extended policy se traduiraient pour le fret route, d'une part, par une croissance moins soutenue sur la période 2000-2010 : + 2,22 % au lieu de + 2,44 % pour le scénario de base et, d'autre part, par une dynamique inverse sur les périodes 2010-2020 et 2020-2030, avec une croissance plus soutenue que pour le scénario BAU.

La dynamique de l'emploi pour le fret rail s'inscrirait dans un mouvement de croissance en rupture avec la stabilité du scénario BAU, de sorte que, à l'horizon 2010, l'emploi généré par l'activité fret rail serait supérieur de 15 % par rapport au scénario BAU. À l'horizon 2030, l'écart serait de près de 30 %.

Tableau III.26. : transport de voyageurs et de marchandises, extended policy

#### TRANSPORT DE VOYAGEURS (en Gpkm) - Extended policy

Activités (Gpkm)	1990	2000	2010	2020	2030	Différence avec Baseline					
						2010		2020		2030	
						Montant	%	Montant	%	Montant	%
Transport routier public	504,1	480,1	559,2	594,6	623,4	64,2	13,0	114,0	23,7	156,7	33,6
Voitures et motocycles privés	3 529,3	4 253,1	4 922,7	5 684,3	6 379,9	-93,9	-1,9	-96,4	-1,7	21,3	0,3
Rail	411,9	402,7	500,2	578,3	650,7	53,8	12,1	99,8	20,9	145,1	28,7

#### TRANSPORT DE MARCHANDISES (en Gtkm) - Extended policy

Activités (Gtkm)	1990	2000	2010	2020	2030	Différence avec Baseline					
						2010		2020		2030	
						Montant	%	Montant	%	Montant	%
Camions	1 034,1	1 486,3	1 851,1	2 378,3	2 975,2	-40,1	-2,1	66,6	2,9	317,8	12,0
Rail	461,7	374,2	462,2	516,5	561,6	60,2	15,0	95,1	22,6	122,7	28,0

Tableau III.27. : transport de voyageurs et de marchandises, extended policy lower activity

Passengers transport -extended policy lower activity															
	1990	2000	2010	2020	2030	2000	2010	2020	2030	Différence			Différence avec la baseline		
	Activité (en Md de pkm)					Emploi				00-10	10-20	20-30	2010	2020	2030
Transport public routier	504,1	480,1	805,3	1 163,0	1 420,9	1 903 158,8	3 192 419,0	4 610 353,5	5 632 523,4	5,31%	3,74%	2,02%	63,79%	143,63%	206,51%
Voitures et motocycles privés	3 529,3	4 253,1	4 430,4	4 547,4	4 784,9	7 901 773,3	8 816 555,7	9 280 670,4	9 765 343,0	1,10%	0,51%	0,51%	-11,68%	-19,32%	-22,83%
Rail	411,9	402,7	746,3	1 146,7	1 448,2	1 865 753,4	3 457 852,1	5 312 926,2	6 709 612,0	6,36%	4,39%	2,36%	67,19%	139,65%	186,43%

Freight transport -extended policy lower activity															
	1990	2000	2010	2020	2030	2000	2010	2020	2030	Différence			Différence avec la baseline		
	Activités (en Md de tkm)					Emploi				00-10	10-20	20-30	2010	2020	2030
Camions	1 034,1	1 486,3	1 665,7	1 787,4	2 039,2	3 139 233,3	3 518 240,4	3 775 150,3	4 307 024,7	1,15%	0,71%	1,33%	-11,92%	-22,68%	-23,26%
Rail	461,7	374,2	509,4	739,8	892,6	272 000,0	370 276,2	537 756,1	648 802,1	3,13%	3,80%	1,89%	26,72%	75,56%	103,37%

Figure III.16. : Emplois directs dans le fret routier - Hypothèse de réduction de 10 % par décennie de l'activité de fret routier

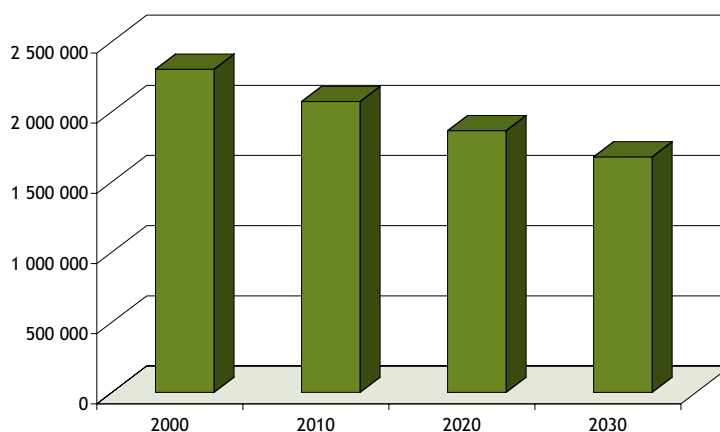
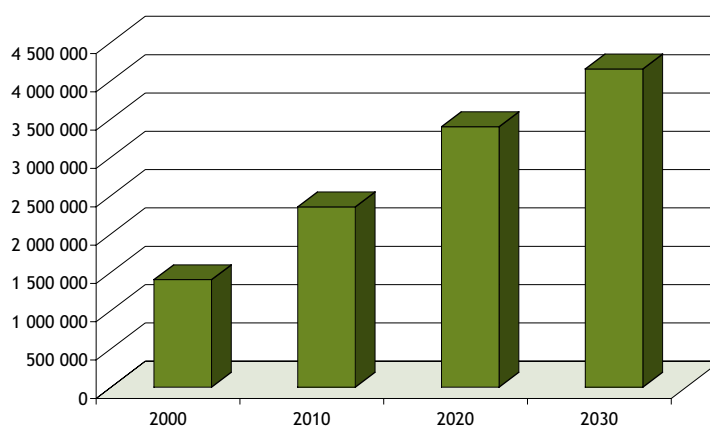


Figure III.17. : Emplois directs dans le transport de passagers - Hypothèse de baisse de l'activité des transports privés





## Scenario « Extended policy – lower freight activity »

Comparé au scénario précédent, ce scénario porte une dynamique de croissance de l'emploi plus forte, notamment pour les modalités de transport public des passagers (route et rail), ainsi que pour le fret rail.

Pour leur part, les emplois induits par le transport privé de passagers, bien qu'en fort retrait par rapport au scénario BAU, seraient en légère croissance. Ainsi, bien qu'en recul de près de 12 % en 2010 par rapport au scénario Extended policy, l'activité transport privé de passagers générerait une croissance de l'emploi de 1,1 % en moyenne annuelle sur la période 2000-2010. Sur la période 2000-2030, les emplois dans la filière transport privé de passagers seraient en croissance moyenne de 0,71 % par an, contre une croissance moyenne dans le scénario BAU de 1,59 %.

## Scenario "Extended policy – lower freight and passenger activity"

Tableau III.28. : Dynamiques de l'emploi

	Base line	Extended policy	Lower freight activity	Lower freight activity and passengers
<b>Passagers</b>				
Transport public routier	-0,09%	0,87%	3,68%	3,68%
Voitures et motocycles privés	1,58%	1,59%	0,71%	0,16%
Rail	0,76%	1,61%	4,36%	4,36%
<b>Total des passagers</b>	<b>1,23%</b>	<b>1,49%</b>	<b>2,15%</b>	<b>1,92%</b>
<b>Fret</b>				
Camions	1,96%	2,34%	1,06%	1,06%
Rail	0,53%	1,36%	2,94%	2,94%
<b>Total du fret</b>	<b>1,86%</b>	<b>2,27%</b>	<b>1,25%</b>	<b>1,25%</b>

Globalement, les politiques visant, d'une part, à contraindre l'activité transport et, d'autre part, à rééquilibrer les modalités de transport au profit notamment du rail – pour le fret comme pour le transport des passagers –, loin d'être défavorables à l'emploi, **conduiraient à une croissance de l'emploi global** de près de 2 % en moyenne annuelle sur la période 2000-2030 pour le transport de passagers et de 1,25 % pour le transport de fret.

L'emploi au sein de **la filière automobile** serait quant à lui stable, sous l'effet notamment de l'augmentation de la valeur ajoutée liée à la diffusion des technologies propres (bien entendu,

cet effet peut être plus ou moins fort selon le taux de couverture du marché européen).

Dans le domaine du **transport routier de fret**, les hypothèses de réduction de l'activité que nous avons retenues (- 10 % en 2010 par rapport au scénario Extended policy, - 15 % en 2020 et - 20 % en 2030) agissent sur l'intensité de la dynamique de l'emploi avec un écart de - 1 point par rapport au scénario BAU et de - 1,3 point par rapport au scénario Extended policy.

**Pour être de nature à inverser la dynamique de l'emploi, l'activité fret devrait être réduite fortement.** Ainsi, sur la base d'une hypothèse de réduction de 10 % par décennie de l'activité transport routier de fret sur la période 2000-2030, l'emploi induit afficherait une diminution en moyenne annuelle de 1,05 %.

Sur la base des statistiques Eurostat, les effectifs directs liés au transport de fret routier seraient ainsi ramenés de 2,3 millions de salariés en 2000 à 1,6 million de salariés dans l'Union européenne des 25, soit une baisse de 0,7 million de salariés soit, en moyenne, plus de 25 000 salariés par an (cf. tableau ci-contre).

Ainsi, du point de vue des effectifs directs, une politique volontaire de réduction du transport routier pose concrètement la question des politiques d'accompagnement des salariés, sachant que le rééquilibrage du transport de passagers au profit des transports publics offre des opportunités de mobilité professionnelle du transport de fret vers le transport de passagers.

Dans le cadre des hypothèses du scénario « lower activity », le rééquilibrage de la baisse de l'activité transport privé pour moitié vers les transports publics routiers conduirait à une croissance de l'emploi supérieure aux pertes constatées dans le transport du fret routier (cf tableau ci-contre).

Bien entendu, ce scénario, pour être durable, suppose la mutation des technologies de motorisation pour partie, suivant les distances, vers le gaz naturel, l'hybride ou l'électrique dans l'attente de l'hydrogène et, par ailleurs, une politique d'aménagement du territoire qui donne la priorité au transport public propre.

Tableau III.29. : Réseau transeuropéen de transport (RTE-T)

Axes et projet prioritaires			N° liste (1)	Longueur en km	Coût total fin 2004 en M€
Axe ferroviaire	Cork-Dublin-Belfast-Stranraer	Terminé en 2001	L0		
Aéroport de Malpensa		Terminé en 2001	L0		
Liaison fixe de l'Oresund		Terminé en 2000	L0		
Ligne de la Betuwe		En cours	L0	160	4 685
Axe autoroutier	Igoumenitsa/Patras-Athènes-Sofia-Budapest	En cours	L0	2 056	15 543
Axe routier	Royaume-Uni/Irlande/Bénélux	En cours	L0	1 510	4 522
Ligne principale de la côte ouest		En cours	L0	850	10 866
Axe ferroviaire	Berlin-Vérone/Milan-Bologne-Messine-Palermo	En cours	L0 - L1	1 798	45 611
Axe ferroviaire à grande vitesse	Paris-Bruxelles-Cologne-Amsterdam-Londres	En cours	L0 - L1	510	17 457
Axe multimodal	Portugal/Espagne-reste de l'Europe	En cours	L0 - L1	3 332	12 832
Axe ferroviaire/routier triangulaire nordique	Route	En cours	L0 - L1	1 898	10 905
	Rail	En cours	L0 - L1	1 998	
Axe ferroviaire à grande vitesse	Sud-ouest de l'Europe	En cours	L1	2 956	39 730
Axe ferroviaire à grande vitesse	Est	En cours	L1	510	4 373
Axe ferroviaire	Lyon-Trieste-Divaca-Ljubljana-Budapest--frontière ukrainienne	En cours	L1	1 482	37 655
Galiléo		En cours	L1		3 400
Axe ferroviaire	Paris-Strasbourg-Stuttgart-Vienne-Bratislava	En cours	L1	882	10 077
Axe fluvial	Rhin / Meuse-Main-Danube	En cours	L1	1 542	1 889
Interopérabilité des lignes à grande vitesse dans la péninsule ibérique		En cours	L1	4 687	22 313
Axe ferroviaire	Détroit de Fehmarn	En cours	L1	448	7 051
Autoroutes de la mer		En cours	L1		
Axe ferroviaire	Athènes-Sofia-Budapest-Vienne -Prague-Nuremberg/Dresde	En cours	L1	2 100	11 125
Axe ferroviaire	Gdansk-Varsovie-Brno/Bratislava-Vienne	En cours	L1	1 291	5 488
Axe ferroviaire	Lyon/Gênes-Bâle-Duisburg-Rotterdam/Anvers	En cours	L1	1 241	22 724
Axe autoroutier	Gdansk-Brno/Bratislava-Vienne	En cours	L1	1 039	7 777
Axe ferroviaire/routier triangulaire nordique	Irlande/Royaume Uni/Europe Continentale	En cours	L1	1 035	4 714
"Rail Baltica"	Axe Varsovie-Kaunas-Riga-Tallinn-Helsinki	En cours	L2	1 190	2 650
Canal fluvial Seine-Escaut		En cours	L2	185	2 494
Axe ferroviaire	Corridor intermodal mer Ionienne/mer Adriatique	En cours	L3	792	2 489
Axe ferroviaire de fret	Sines/Algeciras-Madrid-Paris	En cours		526	6 060
"Eurocaprail" sur l'axe ferroviaire Bruxelles-Luxembourg-Strasbourg		En cours		194	1 409
TOTAL				36 212	315 839



### 3.6. Le Réseau transeuropéen de transport

#### Les orientations communautaires

En juillet 1996, le Parlement européen et le Conseil ont adopté la décision n°1692/96/CE sur les orientations communautaires pour le développement du réseau transeuropéen de transport (RTE-T). Ces orientations, qui concernent les routes, les voies ferrées, les voies navigables, les aéroports, les ports maritimes, les ports de navigation intérieure et les systèmes de gestion du trafic, prévoient la réalisation du réseau à l'horizon 2010.

Malheureusement, les travaux ne progressent pas aussi rapidement que ce qui avait été escompté.

En 2001, la Commission a initié une première révision des orientations RTE-T en suivant les lignes directrices du Livre blanc sur la politique européenne des transports à l'horizon 2010. Cette modification vise à résorber les goulets d'étranglement sur le réseau existant ou prévu sans ajouter de nouveaux tracés, en concentrant les investissements sur un petit nombre de priorités horizontales et de nouveaux projets.

En 2003, une nouvelle révision, plus fondamentale, des orientations RTE-T a été proposée par la Commission afin de tenir compte de l'élargissement et de la modification attendus des flux de trafic. Le rapport présenté recense les projets d'infrastructures prioritaires et fournit un ensemble de recommandations qui doivent permettre de trouver les financements nécessaires à leur réalisation et de coordonner les investissements au sein du RTE-T.

Concernant les projets prioritaires, le groupe à haut niveau sur le RTE-T (institué par la Commission) recommande à cette dernière de se concentrer sur deux grands objectifs :

- **achever cinq des projets d'Essen avant 2010.**

Certains projets sont achevés ou en cours d'achèvement avec une mise en service envisagée avant 2007. Ces projets sont répertoriés dans la liste 0 (L0 dans le tableau ci-contre) ;

- **entamer 22 nouveaux projets prioritaires dans l'Union élargie à l'horizon 2020.** Compte tenu des engagements pris par les États membres concernés, 18 de ces projets pourraient être opérationnels d'ici à 2020. Ils figurent sur la liste 1 (L1 dans le tableau ci-contre).  
Quatre projets moins aboutis présentent également une forte valeur ajoutée européenne (à savoir la mesure dans laquelle il facilite les échanges entre les États membres). Toutefois, le groupe n'a pas pu obtenir de tous les pays concernés l'engagement que la réalisation commencerait avant 2010. Ces projets sont repris dans la liste 2 (L2 dans le tableau ci-contre).

Tableau III.30. : Liste 2

1-	Nouvelle liaison ferroviaire transpyrénéenne à grande capacité
2-	Rail Baltica : Helsinki-Tallinn-Riga-Kaunas-Varsovie
3-	Liaison ferroviaire Gdansk-Bydgoszcz-Zwardon réservé au fret
4-	Liaison fluviale Seine-Escaut

Tableau III.31. : Liste 3

<b>1- Accessibilité et interconnexion des réseaux</b>
Centre logistiques multimodaux à Slawkow (Pologne) avec raccordements au réseau ferroviaire à écartement russe
Ligne ferroviaire Bari-Durres-Sofia-Varna/Bourgas (mer Noire)
Ligne ferroviaire Naples-Reggio Calabria-Palermo
Corridor routier/ferroviaire reliant l'ouest de l'Irlande et Dublin
Port de Limassol et accès routier à celui-ci
Port de Larnaka et accès routier à celui-ci
Ports de La Valette et de Marsaxlokk
Corridor intermodal mer Ionienne / Adriatique
Route Douvres-Fishguard
<b>2- Liaisons transfrontalières</b>
Autoroutes Dresde / Nuremberg-Prague-Linz
Ligne ferroviaire Prague / Linz
Autoroute Zilina-Bratislava-(Vienne)
Ligne ferroviaire Maribor-Graz
Autoroute (Ljubljana)-Maribor-Prince-Zamardi-(Budapest)
Amélioration du franchissement des Pyrénées par la route

Tableau III.32. : Réseau transeuropéen de transport (RTE-T) vu par l'étude BEI

Axes et projet prioritaires			BEI				
			Emploi temporaire		Emploi permanent	TOTAL	
			Minima	Maxima		Minima	Maxima
19	Axe ferroviaire	Cork-Dublin-Belfast-Stranraer					
10	Aéroport de Malpensa						
11	Liaison fixe de l'Oresund						
5	Ligne de la Betuwe		640	27 200		640	27 200
7	Axe autoroutier	Igoumenitsa/Patras-Athènes-Sofia-Budapest	16 448	174 760	310 860	327 308	485 620
13	Axe routier	Royaume-Uni/Irlande/Bénélux	12 080	128 350	90 440	102 520	218 790
14	Ligne principale de la côte ouest	Rail	3 400	144 500		3 400	144 500
1	Axe ferroviaire	Berlin-Vérone/Milan-Bologne-Messine-Palermo	7 193	305 711		7 193	305 711
2	Axe ferroviaire à grande vitesse	Paris-Bruxelles-Cologne-Amsterdam-Londres	2 040	86 700		2 040	86 700
8	Axe multimodal	Portugal/Espagne-reste de l'Europe	22 388	373 915		22 388	373 915
12	Axe ferroviaire/routier triangulaire nord	Route	15 184	161 330	218 100	233 284	379 430
		Rail	7 992	339 660		7 992	339 660
3	Axe ferroviaire à grande vitesse	Sud-ouest de l'Europe	11 824	502 520		11 824	502 520
4	Axe ferroviaire à grande vitesse	Est	2 040	86 700		2 040	86 700
6	Axe ferroviaire	Lyon-Trieste-Divaca-Ljubljana-Budapest--frontière ukrainienne	5 928	251 940		5 928	251 940
15	Galiléo						
17	Axe ferroviaire	Paris-Strasbourg-Stuttgart-Vienne-Bratislava	3 528	149 940		3 528	149 940
18	Axe fluvial	Rhin / Meuse-Main-Danube					
19	Interopérabilité des lignes à grande vitesse dans la péninsule ibérique		18 748	796 790		18 748	796 790
20	Axe ferroviaire	Détroit de Fehmarn	1 792	76 160		1 792	76 160
21	Autoroutes de la mer						
22	Axe ferroviaire	Athènes-Sofia-Budapest-Vienne -Prague-Nuremberg/Dresde	8 400	357 000		8 400	357 000
23	Axe ferroviaire	Gdansk-Varsovie-Brno/Bratislava-Vienne	5 164	219 470		5 164	219 470
24	Axe ferroviaire	Lyon/Gênes-Bâle-Duisburg-Rotterdam/Anvers	4 964	210 970		4 964	210 970
25	Axe autoroutier	Gdansk-Brno/Bratislava-Vienne	8 308	88 273	155 540	163 848	243 813
26	Axe ferroviaire/routier triangulaire nord	Irlande/Royaume Uni/Europe Continentale	4 140	175 950		4 140	175 950
27	"Rail Baltica"	Axe Varsovie-Kaunas-Riga-Tallinn-Helsinki	4 760	202 300		4 760	202 300
30	Canal fluvial Seine-Escaut						
29	Axe ferroviaire	Corridor intermodal mer Ionienne/mer Adriatique	3 168	134 640		3 168	134 640
16	Axe ferroviaire de fret	Sines/Algeciras-Madrid-Paris	2 104			2 104	
28	"Eurocaprail" sur l'axe ferroviaire Bruxelles-Luxembourg-Strasbourg		776	32 980		776	32 980
TOTAL			173 009	5 027 759	774 940	947 949	5 802 699





Le groupe a également étudié une série de projets contribuant à la cohésion économique et sociale. La capacité de nombreuses régions à rattraper leur retard économique, notamment dans les futurs États membres, dépendra de l'accessibilité aux grands axes transeuropéens et de l'efficacité des interconnexions avec d'autres réseaux, en particulier par des raccordements transfrontaliers performants. Ces projets sont repris dans la liste 3 (voir tableau III.31.).

### Impacts sur l'emploi de la réalisation de ces différents projets d'infrastructure

Nous nous sommes appuyés sur deux études, reprises ci-après, menées par la Banque européenne d'investissement (BEI), pour la première, et par le Conseil général des Ponts et Chaussées (CGPC) pour la seconde.

Même si la base de calcul diffère (pour la BEI, elle tient compte des kilomètres de voies à réaliser – pour le CGPC, elle tient compte du coût de l'infrastructure), les résultats montrent à la création potentielle de 5,8 millions d'emplois.

#### **BEI : contribution de grandes infrastructures routières et ferroviaires au développement régional (août 1998)**

Cette étude qui couvre un échantillon de 23 opérations routières et ferroviaires montre que, en général, **l'impact sur l'emploi des investissements dans les infrastructures des transports est important en masse, mais faible par unité de réalisation et mise en œuvre de ces infrastructures.**

Tant dans le secteur routier que ferroviaire, l'emploi temporaire par kilomètre de voie varie fortement d'une opération à l'autre :

- l'emploi par kilomètre de route se situe entre 8 et 85 hommes-années et peut doubler, voire tripler pour des opérations dans un même pays ;
- l'emploi par kilomètre de voie ferrée se situe entre 4 et 170 hommes-années.

Les emplois permanents sont destinés surtout aux péages, à l'exploitation des gares, à l'entretien des ouvrages ou à la sécurité.

L'étude a montré que l'emploi créé par les autoroutes à péages dépasse légèrement les 100 postes en moyenne pour un coût moyen par poste de 5 millions d'écus exprimés en valeur 1996. Il reste marginal ou inexistant pour les opérations ferroviaires. L'étude souligne, à ce sujet, qu'il s'agit de nouveaux postes qui, en raison du niveau très élevé du sureffectif de la plupart des sociétés ferroviaires européennes, ont été pourvus par transfert interne, sans donner lieu à de nouvelles embauches.

Les conclusions de cette étude corroborent une autre étude de la BEI qui conclut que, globalement, les infrastructures de transport créent peu d'emplois permanents directs et que cette création est variable d'une opération à l'autre.

Sur la base de ce qui est repris ci-dessus, on aboutirait, si la décision était prise d'entreprendre l'ensemble des travaux d'infrastructures, à une création d'emplois qui se situerait dans une fourchette allant de 1 à 5,8 millions (voir tableau ci-contre).

Cette simulation semble corroborée, ci-après, par l'étude du Conseil général des Ponts et Chaussées (CGPC).

#### **CGPC : effets sur l'emploi de la construction, de l'entretien et de l'exploitation des grandes infrastructures routières**

Les chantiers mettent en œuvre toute une série d'emplois dont on ne sait s'ils doivent être considérés comme des emplois créés, des emplois déplacés, des emplois durables ou des emplois à durée limitée.

Les effets sur l'emploi peuvent se décomposer comme suit, pour un chantier de 1 000 millions de francs 1995, soit 178,11 millions d'euros de 2005 :

- emplois directs liés aux chantiers : 1 100 emplois x ans<sup>55</sup> ;

<sup>55</sup> Emplois x ans = nombre d'emplois sur la durée totale du chantier.

Tableau III.33. : Réseau transeuropéen de transport (RTE-T) vu par l'étude CPCG

Axes et projet prioritaires			Emplois directs	Emplois indirects	Effet revenu	Total
19	Axe ferroviaire	Cork-Dublin-Belfast-Stranraer				
10	Aéroport de Malpensa					
11	Liaison fixe de l'Oresund					
5	Ligne de la Betuwe		32 405	32 940	21 424	86 769
7	Axe autoroutier	Igoumenitsa/Patras-Athènes-Sofia-Budapest	107 506	109 283	71 078	287 866
13	Axe routier	Royaume-Uni/Irlande/Bénélux	31 277	31 794	20 679	83 750
14	Ligne principale de la côte ouest		75 156	76 399	49 690	201 245
1	Axe ferroviaire	Berlin-Vérone/Milan-Bologne-Messine-Palermo	315 478	320 692	208 580	844 750
2	Axe ferroviaire à grande vitesse	Paris-Bruxelles-Cologne-Amsterdam-Londres	120 744	122 740	79 831	323 315
8	Axe multimodal	Portugal/Espagne-reste de l'Europe	88 755	90 222	58 681	237 657
12	Axe ferroviaire/routier triangulaire nordique	Route Rail	75 426	76 673	49 869	201 968
3	Axe ferroviaire à grande vitesse	Sud-ouest de l'Europe	274 799	279 341	181 685	735 825
4	Axe ferroviaire à grande vitesse	Est	30 247	30 746	19 998	80 991
6	Axe ferroviaire	Lyon-Trieste-Divaca-Ljubljana-Budapest--frontière ukrainienne	260 447	264 752	172 196	697 395
15	Galiléo					
17	Axe ferroviaire	Paris-Strasbourg-Stuttgart-Vienne-Bratislava	69 699	70 851	46 082	186 632
18	Axe fluvial	Rhin / Meuse-Main-Danube	13 066	13 282	8 638	34 985
19	Interopérabilité des lignes à grande vitesse dans la péninsule ibérique		154 331	156 882	102 037	413 251
20	Axe ferroviaire	Détroit de Fehmarn	48 769	49 575	32 244	130 589
21	Autoroutes de la mer					
22	Axe ferroviaire	Athènes-Sofia-Budapest-Vienne -Prague-Nuremberg/Dresde	76 948	78 220	50 875	206 042
23	Axe ferroviaire	Gdansk-Varsovie-Brno/Bratislava-Vienne	37 959	38 586	25 097	101 641
24	Axe ferroviaire	Lyon/Gênes-Bâle-Duisburg-Rotterdam/Anvers	157 174	159 772	103 917	420 863
25	Axe autoroutier	Gdansk-Brno/Bratislava-Vienne	53 791	54 680	35 564	144 035
26	Axe ferroviaire/routier triangulaire nordique	Irlande/Royaume Uni/Europe Continentale	32 605	33 144	21 557	87 306
27	"Rail Baltica"	Axe Varsovie-Kaunas-Riga-Tallinn-Helsinki	18 329	18 632	12 118	49 080
30	Canal fluvial Seine-Escaut		17 250	17 535	11 405	46 190
29	Axe ferroviaire	Corridor intermodal mer Ionienne/mer Adriatique	17 216	17 500	11 382	46 098
16	Axe ferroviaire de fret	Sines/Algeciras-Madrid-Paris	41 915	42 608	27 712	112 235
28	"Eurocaprail" sur l'axe ferroviaire Bruxelles-Luxembourg-Strasbourg		9 746	9 907	6 443	26 096
TOTAL			2 161 036	2 196 755	1 428 784	5 786 574



- emplois directs de siège : 110 emplois x ans ;
- emplois indirects :
  - ⇒ emplois liés à la fabrication des fournitures de chantier : 660 emplois x ans,
  - ⇒ emplois liés aux effets des activités amont au chantier : 570 emplois x ans ;
- emplois liés aux revenus distribués. Ce sont les effets liés aux dépenses supplémentaires correspondant aux salaires versés pendant le chantier et aux salaires versés par les activités amont au chantier. Chaque revenu supplémentaire crée mécaniquement une consommation nouvelle en fonction de la propension marginale à consommer et à importer, et donc une production supplémentaire qui induit de nouveaux revenus. Les emplois correspondants sont estimés à 800 emplois x ans.

Pour résumer, les emplois directs et indirects estimés sur la totalité de la durée du chantier s'élèvent à 3 240 emplois pour 174,94 millions d'euros HT de 2004 (1 000 millions de francs de 1995).

Au total, la création potentielle s'élèverait à 5,8 millions d'emplois pour l'ensemble de ces chantiers d'infrastructures.

### 3.7. Recommandations pour la politique des transports

Nous avons vu que, globalement, les politiques visant, d'une part, à réduire l'activité transport et, d'autre part, à rééquilibrer les modalités de transport au profit notamment du rail – pour le fret comme pour le transport des passagers –, loin d'être défavorables à l'emploi, **conduiraient à une croissance de l'emploi global.**

Pour que ces effets positifs se matérialisent, une approche intégrée des politiques est nécessaire, combinant des instruments réglementaires, économiques et de marché, de la recherche et développement, la maîtrise de la demande de transport, la fourniture d'alternatives, l'amélioration des conditions de travail dans le secteur routier, l'investissement dans la formation et le dialogue social, ainsi que des politiques

d'accompagnement de la mobilité professionnelle.

#### Mettre en place une large panoplie d'outils économiques, réglementaires et fiscaux

La réglementation est l'un des principaux instruments pour soutenir l'objectif de transfert modal et de moyens de transport plus efficaces, à travers le développement des transports publics et de l'intermodalité route-fer (interopérabilité des réseaux ferroviaires, en particulier dans le domaine de l'harmonisation des normes techniques et réglementation du transport routier), ainsi que les normes d'émissions des véhicules. Par exemple, l'interdiction faite aux poids lourds de circuler la nuit en Suisse a un effet sur la répartition modale du fret.

Des efforts importants sont nécessaires pour développer les infrastructures de transport trans-européen contribuant aux impératifs de la réduction des émissions de transport (plates-formes multimodales, lignes ferroviaires, corridor multimodal, liaisons fluviales), ainsi que celles nécessaires pour les nouveaux carburants tels que l'hydrogène.

Compte tenu de l'augmentation attendue du volume du trafic, la diffusion rapide de technologies de motorisation propres, suivant les distances, vers le gaz naturel, l'hybride ou l'électrique (dans l'attente de l'hydrogène) constitue un enjeu stratégique majeur et suppose des dispositifs adaptés en matière de financement de la recherche et développement.

Il est souhaitable que l'Union européenne généralise une politique fiscale harmonisée pour l'ensemble des réseaux de transport, autoroutiers, routiers et ferroviaires, visant à internaliser les coûts sociaux externes des différents modes de transport, en corrélation avec une amélioration des conditions sociales dans le secteur du transport routier.

Enfin, il faudra revenir sur les effets pervers des politiques d'aménagement du territoire, lesquelles ont provoqué un fort développement spatial des zones urbaines sans se soucier des conséquences en matière de déplacements et d'efficacité

énergétique : politique de localisation des activités, maîtrise de l'urbanisation et de l'aménagement des voies urbaines, évaluation des politiques d'aménagement.

### L'enjeu de la qualité des emplois

Les scénarios décrits précédemment impliquent aussi des évolutions qualitatives de l'emploi dans le secteur du transport.

L'amélioration des conditions sociales dans le secteur du transport routier constituera un facteur essentiel pour modifier la répartition modale dans le cadre d'une politique de maîtrise des émissions du transport. La compétitivité de rail, et *a fortiori* celle du transport intermodal, par rapport à la route sera renforcée par l'application effective de la législation sur le temps de travail et de repos en transport routier. En outre, la libéralisation du marché du transport routier dans le cadre de l'élargissement de l'Union européenne pèsera sur les prix du routier si elle ne s'accompagne pas d'une harmonisation dans le domaine social et de la sécurité routière entre les États membres de l'Union européenne.

Par ailleurs, avec le développement du transport combiné non accompagné – qui représente la majorité du trafic de transport combiné rail-route –, on passerait d'un système qui nécessite des chauffeurs pour les longues distances à un système où les chauffeurs, utilisés pour les transports d'apport, peuvent regagner leur domicile chaque soir, ce qui constituerait un gain pour le bien-être et la sécurité et pourrait favoriser l'emploi des femmes dans la conduite.

L'alternative du ferroulage (transport combiné accompagné), bien que plus intensif en emplois, comporte des risques sociaux, dans la mesure où le temps passé dans le train compte légalement comme temps de repos pour le chauffeur, c'est-à-dire non payé, il existe un risque de dégradation des conditions de travail.

Le secteur ferroviaire demeure en restructuration, ce qui peut impliquer des conséquences parfois négatives aussi bien pour le personnel en place que pour l'attrait du secteur. Il semble par exemple qu'une dangereuse carence de personnel qualifié apparait : les entreprises historiques ont réduit le nombre de postes d'apprentissage dans

un souci de réduction des coûts, alors que les qualifications nécessaires ne sont pas fournies par l'enseignement professionnel.

### Le dialogue social comme facilitateur de changement

Le transfert modal, dans un port ou un pôle d'échange, et dans le transport dans son ensemble, suppose des évolutions d'organisation pour atteindre les standards internationaux d'efficacité. La négociation sociale au niveau des États a toute sa place pour aider à saisir des opportunités qui ne peuvent l'être que dans le cadre strict des règles d'aujourd'hui.

Comme le souligne A. Gille, président du Conseil national des transports français, il n'y aura guère de progrès d'organisation efficaces sans une adhésion ou au moins une compréhension de ceux qui le produisent. Le dialogue social peut être un outil de compréhension collective au plus haut niveau de prise de décision<sup>56</sup>.

Dans un scénario volontariste de réduction du transport routier, le dialogue social pourrait contribuer à concevoir des politiques sociales soutenant la mobilité professionnelle du secteur routier privé vers les activités de transport public ou d'autres activités.

### Investir dans la formation

Compte tenu de l'apparition de carences de personnel qualifié dans le secteur ferroviaire, il sera nécessaire, au niveau européen, de développer des réseaux de formation pour les emplois dans le secteur ferroviaire afin de créer un véritable marché de l'emploi pour les entreprises ferroviaires et gestionnaires d'infrastructures. Ainsi, la productivité pourra être renforcée par une modernisation de l'organisation du travail et l'investissement dans la formation, en tenant compte de la qualité de l'emploi, élément clé de la stratégie de Lisbonne<sup>57</sup>.

<sup>56</sup> A. Gille (2006), « La comodalité, outil du développement durable », Revue *Transports*, mars-avril.

<sup>57</sup> Rapport sur la mise en oeuvre du premier paquet ferroviaire, COM (2006) 189 final.



## 4. La sidérurgie

### 4.1. L'emploi dans la sidérurgie européenne : tendances et ruptures

#### Les vingt dernières années des sidérurgies européennes à grands traits

Au cours des trente dernières années – soit la période comprise entre les années 1975 et 2005 –, la sidérurgie ouest-européenne a été marquée par :

- la gestion des capacités de production dans le cadre des mécanismes institutionnels organisés par le traité CECA, puis sa fin en 2001, laissant les producteurs sidérurgiques européens intégrer l'économie de la concurrence sans régulation autre que commerciale ;
- la modernisation des outils de production, avec notamment la généralisation des coulées continues et la progression des aciéries électriques qui sont, en Europe, la principale source d'aciers pour la majorité des produits longs à destination du bâtiment ;
- le maintien de la voie fonte pour les produits plats, destinés notamment au secteur automobile ;
- la privatisation de la majeure partie des producteurs d'aciers, précédée et accompagnée d'une concentration des producteurs d'abord à l'échelon national, puis à l'échelle européenne ;
- la diminution drastique des effectifs employés par la réduction des capacités de production, ainsi que par le dégagement continu de gains de productivité du travail ;
- une stratégie des principaux producteurs européens de plus en plus orientée vers les produits aciers à haute valeur ajoutée ;
- au final, une certaine progression des productions européennes d'aciers

accompagnée toutefois de la diminution des exportations d'aciers vers les pays tiers.

Dans les pays d'Europe centrale et orientale (PECO), les sidérurgies ont connu une rupture à partir de la période de transition des années 1990. Celle-ci s'est traduite par :

- une profonde crise de production issue notamment de la forte réduction de la consommation interne ;
- une modernisation partielle des outils de production sous l'égide des États, suivie d'une privatisation concomitante à l'internationalisation du capital des sociétés sidérurgiques survivantes ;
- une diminution drastique des unités de production et des effectifs employés dans le secteur qui, dans certains pays, est encore en cours dans le cadre des procédures d'adhésion à l'Union européenne (Pologne) ;
- une concentration du secteur après la prise de contrôle des principaux producteurs d'aciers roumains, tchèques et polonais par le groupe Mittal Steel.

Au total, les sidérurgies européennes, à l'Ouest comme à l'Est, sont entrées dans un processus d'intégration progressive depuis les adhésions des nouveaux États membres, effectives le 1<sup>er</sup> mai 2004 et le 1<sup>er</sup> janvier 2007.

Cette intégration s'est brusquement accélérée en 2006, lors de la constitution du groupe Arcelor-Mittal, rassemblant sous la même bannière, pour la première fois dans l'histoire de la sidérurgie européenne, les industries de l'est et de l'ouest de l'Europe à une échelle significative.

Le nouveau groupe, qui rassemble les principales sidérurgies européennes, est le premier groupe mondial de l'acier et représente, à lui seul, environ 10 % de la production mondiale d'aciers bruts.



## Les conversions de filière des années 1990

La dernière mutation technique du secteur sidérurgique avait été marquée par l'extension des aciéries électriques, soit par création de nouvelles unités, soit par la transformation d'anciens convertisseurs en sites équipés de fours électriques. Le plus spectaculaire dans cette transformation a été la conversion intégrale de la sidérurgie luxembourgeoise au début des années 1990.

Il en a résulté, à cette époque, des réductions d'effectifs alimentées par le changement de dimension des unités, mais aussi par les décisions d'externalisation de nombreux services qui ont été prises parallèlement. Après cette vague, qui a duré jusqu'en 1998-2000, le mouvement de conversion s'est arrêté, et nous pouvons affirmer que, dans la conjoncture actuelle, les sites producteurs d'aciers à partir de fonte tirent mieux leur épingle du jeu que les sites électriques. Ce phénomène est particulièrement visible pour les produits où les deux filières de production sont encore en concurrence sur les marchés européens, comme le fil machine.

Cette conversion de filière, qui a touché l'essentiel de la sidérurgie des produits longs en Europe, a participé sans aucun doute de façon majeure à la baisse de l'intensité de CO<sub>2</sub> par tonne d'acier dans la période (- 22 % dans les pays de l'OCDE entre 1990 et 2003<sup>58</sup>). Le fait que ce mouvement de conversion soit aujourd'hui stoppé demande l'ouverture de nouvelles voies de réduction des émissions.

## La nouvelle donne sidérurgique à partir de 2003

La nouvelle conjoncture sidérurgique à l'œuvre depuis 2003 présente trois caractères structurels :

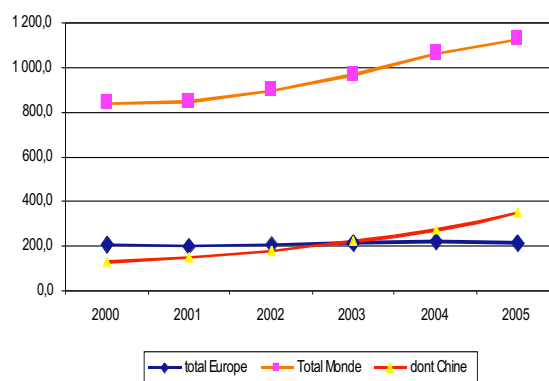
- la mondialisation du secteur et des producteurs d'aciers ;
- la croissance économique chinoise, qui a un fort contenu sidérurgique dans la phase actuelle ;
- la croissance des prix des matières premières.

Ainsi, l'intégration européenne précédemment décrite se produit dans un contexte de croissante mondialisation du secteur. Si Arcelor et Mittal constituent le premier groupe européen, leurs unités de production sont géographiquement dispersées sur l'ensemble de la planète acier : Amériques du Nord et du Sud, Kazakhstan, Afrique du Sud, Chine... et Inde bientôt.

À ce premier facteur de rupture s'ajoute celui de la nouvelle présence de la Chine comme premier pays producteur d'acier et seul facteur de croissance des productions à l'échelle mondiale depuis plusieurs années.

En effet, alors que les productions européennes et américaines d'aciers progressaient à des rythmes lents et incertains, la Chine faisait irruption, au cours de l'année 2004, et transformait durablement l'économie du secteur par le renchérissement des prix des matières premières qu'elle a induit.

Figure III. 18. : Évolution comparée des productions d'aciers bruts



<sup>58</sup> Source : John Newman, OECD Comité Paris, novembre 2006.





Il en a résulté des hausses historiques du prix des matières premières d'enfournement sur des temps très courts, ce qui a amené les producteurs d'aciers – par la voie fonte et, surtout, par la voie électrique – à réviser d'urgence leurs prix de vente à la hausse, dès le début de l'année 2004.

En fait, au-delà de la répercussion de la hausse des prix des matières premières, les sidérurgistes, dans leur grande majorité, en ont profité pour augmenter leurs marges et leurs profits.

A partir de 2004, la Chine a ainsi transformé l'économie mondiale du secteur et a permis le redressement économique et financier de nombre de groupes et sociétés, en Europe comme aux États-Unis.

Mais, parallèlement, la nouvelle importance de l'accès à des matières premières à des prix compétitifs a momentanément déclassé les stratégies suivies par les producteurs européens, orientés sur la valeur ajoutée des produits. Ce phénomène a engendré, pour les producteurs européens, une nouvelle fragilité qui s'est traduite récemment par des prises de contrôle hostiles ou amicales : Arcelor par Mittal Steel, Corus par le producteur indien Tata Steel (qui a supplanté le brésilien CSN)... en attendant les investisseurs chinois. Ainsi, des groupes producteurs d'aciers à haute valeur ajoutée ont été acquis par des producteurs centrés sur la production d'aciers courants dits « de commodités ».

Naissent ainsi des groupes sidérurgiques qui allient la diversification géographique à une grande diversité de produits et de process utilisant une large variété de matières premières : minerais de fer, concentrés, pellets en amont et fonte, ferrailles et pré réduits en aval.

L'Europe, dont la suprématie n'avait jamais été contestée par les États-Unis dans le domaine sidérurgique, a été, depuis 2003, largement dépassée par la Chine. Elle risque même d'être marginalisée par les productions des pays émergents au cours des prochaines années.

## L'emploi dans la sidérurgie européenne

L'emploi dans la sidérurgie européenne a été marqué, au cours des vingt dernières années, par une réduction continue des effectifs, et ce malgré le maintien d'un niveau de production élevé, voire en légère croissance.

Durant la dernière décennie, la sidérurgie ouest-européenne a perdu environ 80 000 emplois, passant de 330 000 à 250 000 pour une production stabilisée à 160 Mt. Les gains de productivité physique apparents mesurés par le ratio tonne d'acier brute par salarié ont ainsi été de 28 % en une dizaine d'année.

Qu'en sera-t-il demain pour un secteur qui emploie, en 2005, environ 350 000 salariés dans les 25 pays de l'Union européenne, répartis grossièrement entre 250 000 à l'Ouest et 100 000 à l'Est ?

**Tableau III.34. : Nombre de salariés recensés dans les sidérurgies européennes**

	<b>2004</b>
Autriche	11000
Belgique	18000
Danemark	1000
Finlande	7600
France	34000
Allemagne	72500
Grèce	2100
Italie	39000
Luxembourg	4100
Pays Bas	10500
Portugal	600
Espagne	21600
Suède	12500
Royaume Uni	19600
Republique Tchèque	24787
Hongrie	6561
Pologne	27830
Lettonie	7062
Slovénie	2715
Bulgarie	9830
Roumanie	39963
<b>total</b>	<b>372848</b>

source: Eurofer et Eurostat

Nous traiterons ce sujet en nous appuyant sur les deux facteurs qui définissent le niveau d'emploi dans un secteur industriel aujourd'hui :

- la compétitivité du secteur, qui détermine son niveau de production et la valeur ajoutée dégagée ;
- la politique industrielle et sociale suivie dans le secteur par les pouvoirs publics européens, nationaux et locaux, avec une importance particulière donnée, d'une part, aux efforts de recherche et développement et, d'autre part, au renouvellement des populations salariées dans un secteur marqué par le vieillissement de ses effectifs.

#### 4.2. Deux voies, fonte et électrique, aux économies et aux conséquences environnementales différenciées

Selon les données disponibles, le secteur de l'acier participe à hauteur de 5 % des émissions de gaz à effet de serre au niveau mondial, mais la proportion pour l'Europe atteint 6 %. Il faut toutefois prendre ces chiffres avec précaution en raison des questions de périmètre des installations sidérurgiques.

La particularité du secteur réside dans le lien étroit entre son processus de production et celui de la production de CO<sub>2</sub> :

- par la voie fonte (60 % de la production européenne d'acier), chaque tonne d'acier produite génère environ 2 tonnes de CO<sub>2</sub> ;
- par la voie électrique (40 % de la production européenne d'acier), les émissions directes atteignent seulement 150 kg de CO<sub>2</sub> par tonne d'acier.

Ainsi, il suffirait de produire des aciers en recyclant et fondant des ferrailles dans un four électrique pour résoudre une grande partie du problème posé. Cette vision est présente dans certaines publications et s'appuie sur le caractère propre de la sidérurgie électrique en Europe, qui n'émet que 5 % du CO<sub>2</sub> provenant de la production d'acier.

Mais pour ce faire, il faudrait remplacer plus de 60 % de la production européenne d'aciers, soit par de nouvelles aciéries électriques soit par des importations.

En Europe, seule une augmentation des importations entraînant un fort déficit commercial est possible, car la production d'acier électrique ne peut s'étendre en raison de l'indisponibilité croissante des ferrailles. Ce phénomène a provoqué récemment une inversion des prix avec la fonte : depuis plusieurs mois, la fonte a un prix de production nettement inférieur au prix d'achat des ferrailles en Europe.

La condition *sine qua non* à une extension des productions d'aciers électriques en Europe – la disponibilité des ferrailles – n'est donc pas remplie.

L'alternative constituée par l'enfournement de fer de réduction directe (DRI) est très limitée sur le plan économique, puisqu'elle utilise le gaz naturel comme agent réducteur en lieu et place du charbon. Or, ni la disponibilité ni le prix du gaz naturel en Europe ne favorisent cette évolution.

D'autres procédés sont actuellement à l'étude, mais ne peuvent constituer une alternative dans un délai rapproché.

La seconde raison qui rend l'extension de la voie électrique improbable à moyen et long termes tient au prix de l'électricité qui, dans la comparaison entre les deux techniques de production, joue favorablement pour la voie fonte. Au contraire de la voie électrique qui consomme de l'électricité, la production de fonte est traditionnellement génératrice de force électrique, et donc de revenus, à travers la valorisation des gaz de cokerie et de hauts fourneaux.

Compte tenu de ces éléments, l'étude réalisée par Syndex pour la Fédération européenne des métallurgistes en 2004 concluait :

*« L'impact de l'application du protocole de Kyoto sur la sidérurgie européenne dépendra fondamentalement des nouveaux équilibres de prix à moyen terme entre, d'une part, les matières premières indispensables pour la production de fer neuf, minerais de fer, charbon et coke et,*



*d'autre part, les matières premières nécessaires pour la production de fer recyclé, ferrailles et électricité. »*

Force est de constater que l'évolution a été favorable à la voie fonte et que ce phénomène est appelé à durer.

La comparaison des structures de coûts des deux filières publiée par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) donne une première image de l'impact des prix relatifs des matières premières dans les deux filières de production pour l'année 2004.

Nous constatons ainsi une plus grande sensibilité de l'acier électrique au prix des matières premières, ferreuses comme énergétiques : elles représentent conjointement 72 % du total contre 66 % pour la voie fonte, ce dernier chiffre devant être diminué de la valorisation des gaz de hauts fourneaux.

Entre 2004 et 2006, en Europe, l'évolution des prix relatifs des matières premières alimentant les deux filières de production d'acier est favorable à la voie fonte, c'est-à-dire celle qui émet beaucoup plus de CO<sub>2</sub> par tonne d'acier.

Ne rien faire conduirait à rendre probable, dans un délai rapproché, la substitution de l'acier électrique par de l'acier fonte, autrement dit de l'acier propre par de l'acier moins propre.

Pour résoudre cette question, il conviendrait de neutraliser l'impact carbone sur la compétitivité comparée des deux filières de production d'aciers et, pour cela, déterminer un niveau de contrainte différencié selon l'origine des aciers.

Figure III.19. : Structure des coûts de la voie fonte

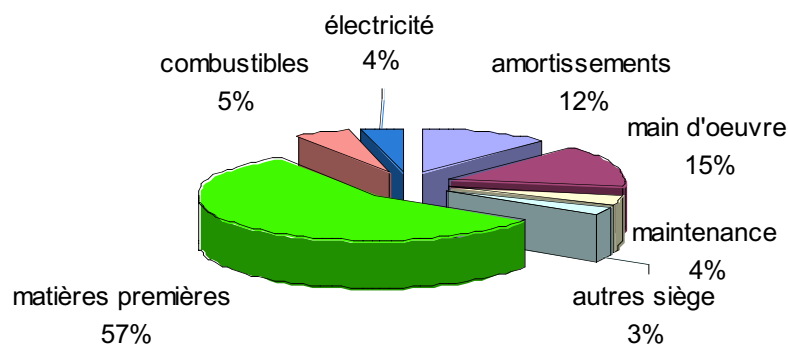
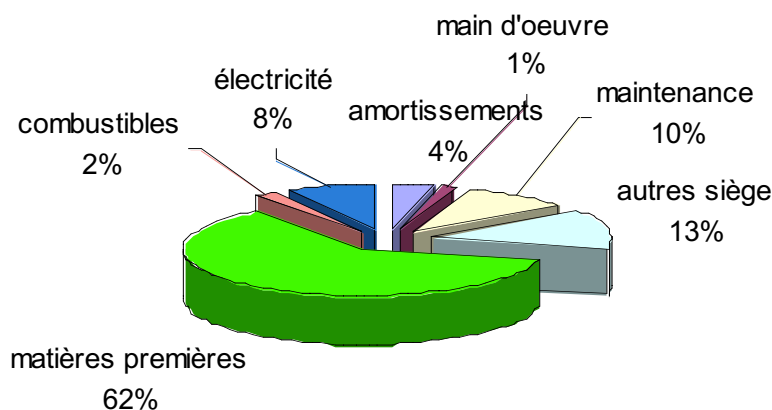


Figure III.20. : Structure des coûts de la voie électrique



### 4.3. Les effets de la détermination d'un prix au carbone

#### Le marché des droits d'émissions

##### Rappels

Chaque unité productrice de CO<sub>2</sub> est dotée par l'État d'une allocation de droits d'émissions, essentiellement gratuits (un quota), qui s'inscrit dans un Plan national d'allocation de quotas (PNAQ) sur une période donnée. À ce jour, deux périodes ont été déterminées : 2005-2007 et 2008-2012.

Les quotas sont alloués pour chaque site en fonction des émissions passées et des émissions prévues pour la période à venir. Pour la sidérurgie, le niveau de production et celui des émissions sont relativement proportionnels.

Ainsi, la dotation d'un niveau d'émission futur peut être assimilée à une mesure de politique industrielle, puisqu'elle peut favoriser ou, au contraire, handicaper un site par l'impact que l'allocation a sur le prix de revient de ses fabrications.

Cette dotation de quotas est déterminée par période et s'annule à partir du moment où la production s'arrête sur le site considéré. C'est en effet l'État, et non la firme, qui reste propriétaire des quotas.

Depuis le début de l'année 2005, les droits d'émissions de CO<sub>2</sub> font l'objet d'une cotation sur un marché à terme. Il en résulte un niveau de prix variable (de 10 à 30 € par tonne).

##### Les premiers enseignements

Qu'en est-il aujourd'hui, soit deux ans après le début de l'application des quotas d'émissions de gaz à effet de serre à la sidérurgie européenne ?

L'application de la directive « Marché des droits d'émissions » pendant la période 2005-2008 dans

les différents États de l'Union européenne et le traitement réservé à la sidérurgie montrent que :

- la mise en place des mesures de CO<sub>2</sub> a fait l'objet de définitions différentes des outils de production pris en compte dans les pays de l'Union, introduisant des risques de distorsion réels entre unités<sup>59</sup> ;
- l'allocation des droits d'émissions gratuits s'est révélée excédentaire pour l'année 2005, avec l'élément « favorable » qu'a été la faible croissance des productions d'aciers en Europe voire, dans certains pays, leur recul ;
- au total, l'allocation des droits d'émissions fait preuve d'une grande opacité, notamment si la mesure est réalisée par tonne d'acier produite plutôt que par site de production.

L'incitation à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> par la contrainte carbone sur le secteur semble finalement assez faible.

#### L'année 2005

Pour la première année d'application, la sidérurgie s'est vue allouer 197 Mt de CO<sub>2</sub>, à comparer aux 158,7 Mt d'émissions certifiées pour l'année. Au total, le surplus d'allocation aura atteint 24 % du total alloué.

Plusieurs raisons en sont à l'origine :

- la réduction de la production européenne d'acier, qui a chuté de 3,5 % entre 2004 et 2005 : l'effet volume est estimé à 5,9 Mt de CO<sub>2</sub> (source : Cheuvreux, 2006) ;
- l'attribution de quotas à des installations dont les capacités, en phase d'augmentation, n'ont pas encore donné lieu à une production ;
- une question technique d'allocation des quotas liés aux gaz des hauts fourneaux attribués dans certains pays au sidérurgiste, dans d'autres au producteur d'électricité en aval ;

<sup>59</sup> Environ 80 % des productions par la voie fonte et par la voie électrique ont une définition excluant certains outils, alors que les 20 % restants ont une définition large des outils concernés.



- une surallocation, par crainte d'un effet négatif pour la compétitivité de l'industrie sidérurgique européenne.

La sidérurgie européenne a retiré ainsi un bénéfice exceptionnel total estimé à 478 M€, au prix de 12,5 € la tonne de CO<sub>2</sub>. Ce montant représente 0,7 % du chiffre d'affaires du secteur, selon les calculs présentés dans le tableau III.20. La répartition de ce bénéfice est inégale entre voie fonte (1 % du chiffre d'affaires) et voie électrique (0,1 % du chiffre d'affaires).

Certaines entreprises ont d'ores et déjà vendu des droits d'émissions excédentaires dès 2005, alors que d'autres ont été plus prudentes, épargnant leurs droits pour les deux années restantes, 2006 et 2007.

Il n'en reste pas moins que, globalement, la profession a dégagé un profit exceptionnel conséquent, qui paraît très important comparé à l'effort de recherche engagé dans les technologies permettant de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> (45 M€ par an lors de la première phase du programme Ulcos 2005-2012).

**Tableau III.35. : récapitulatif de l'impact carbone estimé sur le secteur de l'acier en Europe**

	Filière Hauts fourneaux	Filière électrique	total
<b>Données activité 2005</b>			
production (Mt)	114,2	73	187,2
Prix € / tonne	380	380	380
activité M€ (CA)	43 404	27 750	71 153,9
<b>Profil carbone</b>			
TCO <sub>2</sub> par tonne produite	1,93	0,15	1,24
Émissions de CO <sub>2</sub> (Mt)	220,4	11	231,4
Excès de quotas (Mt)	35,4	2,8	38,2
Bénéfice exceptionnel	443,1	34,4	478
<b>Impact en % de l'activité</b>	<b>1,0 %</b>	<b>0,1 %</b>	<b>0,7 %</b>
<b>Électricité</b>			
MWh / T	0,37	0,65	0,48
Consommation totale (TW)	43	47	90
Autosuffisance du secteur (%)	40 %	10 %	24 %
Coût supplémentaire d'électricité (M€)	161	269	431
Coût supplémentaire / tonne	1,4	3,7	2,3
<b>Impact en % de l'activité</b>	<b>-0,40 %</b>	<b>-1 %</b>	<b>-0,61 %</b>
<b>Impact carbone total en % de l'activité</b>	<b>0,65 %</b>	<b>0,85</b>	<b>0,07 %</b>

source: IEA, Eurofer, Chevreux

### **Les droits d'émissions de CO<sub>2</sub> négociables ne doivent pas être analysés comme une taxe mais plutôt comme le prix d'un nouveau sous-produit**

Les différentes études qui ont tenté de cerner l'impact de la contrainte carbone sur les industries concernées, et particulièrement la sidérurgie, ont assimilé l'effet des droits d'émissions à une taxe carbone.

Cette voie ne paraît pas adaptée, car le système d'allocation aux producteurs industriels de droits d'émissions gratuits jusqu'à un certain niveau peut :

- soit doter l'unité de production d'un quota insuffisant, dans le cas d'une production supérieure aux prévisions et, dans ce cas, le coût supplémentaire correspondant au tonnage marginal est proportionnel au carbone excédentaire émis ;
- soit, au contraire, être excédentaire en quotas en cas de baisse des productions et, dans ce cas, éventuellement procurer des revenus supplémentaires à l'unité, également en proportion des tonnages non produits concernés.

De plus, le prix n'est ni fixe ni connu à l'avance, ce qui ajoute un effet d'opportunité.

Cet effet d'opportunité est d'autant plus présent que le prix de marché du CO<sub>2</sub> à la Bourse varie selon des critères largement extérieurs au secteur sidérurgique.

Ainsi, si une taxe correspond à un coût supplémentaire, tout se passe comme si le CO<sub>2</sub> émis était un sous-produit issu de la production, que l'unité valorise ou pas en fonction d'un certain nombre de paramètres tels que :

- l'allocation de droits à l'unité en rapport avec ses capacités de production (et donc du régime de travail de ses salariés) ;
- la flexibilité technique des installations de combustion (et du rythme de travail des salariés employés) ;
- l'opportunité économique, sociale et financière à produire de l'acier à un moment donné.

Ainsi, l'introduction du marché du carbone introduit logiquement de nouveaux critères techniques, économiques et sociaux dans la gestion des unités de production d'aciers.

Nous concluons sur ce point que le CO<sub>2</sub> est un sous-produit doté d'un prix de marché affectant les équilibres financiers de la production et, à ce titre, sujet à arbitrage avec l'ensemble des facteurs de production.

Le secteur sidérurgique sera d'autant plus sensible à ce prix que les quotas qui lui auront été attribués lui demanderont des réductions d'émissions importantes et que les prix de la tonne de carbone seront élevés.

Or, le prix du carbone négocié à la Bourse des droits d'émissions n'est nullement dépendant du négoce de ces droits provenant des producteurs d'aciers. C'est, pour le secteur, une donnée exogène.

Il est alors probable, sinon certain, que le prix du carbone fera partie intégrante des facteurs de flexibilité d'une unité de production d'aciers et que, à ce titre, le niveau de production en sera affecté.

Il pourrait alors en résulter, pour les salariés et les sous-traitants de plus en plus nombreux, une corrélation entre le prix du CO<sub>2</sub>, la marge tirée des produits fabriqués et le nombre d'heures de production.

Par conséquent, dans le système actuel, le niveau de production constitue le critère différenciant, et non le niveau de pollution.

### **Le paradoxe de la localisation des droits d'émission dans une sidérurgie mondialisée**

L'allocation de droits d'émissions étant géographiquement localisée, il en résulte une gestion par site de production en décalage avec la mondialisation en cours.

Alors qu'on constate une fluidité croissante des allocations de production et des échanges grandissants de matières premières et de demi-produits entre unités au sein d'un même groupe transnational implanté dans plusieurs pays, l'allocation de droits d'émissions reste





déterminée par les États et attachée à chaque site de production d'acier liquide.

Il en résulte des avantages compétitifs pour les producteurs dont les droits sont excédentaires et pour les producteurs qui ne sont soumis à aucune restriction. À l'inverse, ceux qui émettent le moins de CO<sub>2</sub> et qui devaient être les premiers à en profiter n'en tirent pas nécessairement avantage.

Ce paradoxe s'exprime en Europe, et plus particulièrement dans la sidérurgie, de plusieurs façons :

- en premier lieu, les sidérurgistes déclarent ne pas pouvoir répercuter le prix du CO<sub>2</sub> dans leurs prix de vente, compte tenu de prix de plus en plus mondiaux et du risque de perte de compétitivité de l'industrie sidérurgique européenne face aux industries sidérurgiques de pays n'ayant pas de contrainte carbone exprimée en coûts ;
- en second lieu, les producteurs européens d'aciers soulignent la différence de traitement avec les producteurs d'électricité qui, au contraire, ont pu répercuter le coût supplémentaire du carbone dans leurs prix de vente, même s'il n'est nullement prouvé qu'ils aient eu à les supporter, et ceci est possible uniquement parce qu'une situation de concurrence comparable n'existe pas sur les marchés européens de l'électricité.

Le premier cas de figure touche plutôt la filière intégrée – ou voie fonte –, dont les produits à plus forte valeur ajoutée s'exportent sur des distances plus élevées, alors que le second touche plutôt la filière électrique, directement touchée par la hausse des prix de l'électricité.

Les études économiques qui ont cherché à évaluer le coût supplémentaire de la contrainte carbone sur les prix de production sont peu nombreuses. On citera :

- l'étude réalisée par Julia Reinaud, de l'Agence internationale de l'énergie, en octobre 2004<sup>60</sup>, dont les résultats peuvent être résumés de la façon suivante : l'acquisition de droits d'émissions supplémentaires couvrant, selon les scénarios, 2 % ou 10 % de la production, entraînerait un coût supplémentaire à la tonne compris entre 0,7 % et 1,3 % pour la voie fonte et entre 0,8 % et 0,9 % pour la voie électrique ;
- celle réalisée par Oxera pour Carbon Trust, en février 2005, aboutit à des chiffres plus élevés, notamment pour une tonne de carbone à 25 \$ qui serait à l'origine d'une augmentation du prix du coil de 7,3 % pour dégager un profit identique ;
- l'étude effectuée par l'OCDE<sup>61</sup> sur la base d'une taxe de 25 \$ par tonne de CO<sub>2</sub> conclut à une baisse des productions de l'OCDE comprise entre 9 % et 12 %, touchant principalement les installations de la voie fonte et soulignant également que ses effets seront plus importants à moyen et long termes.

Au total, si les coûts supplémentaires sont relativement modestes, il n'en reste pas moins que l'avantage compétitif ainsi créé pour les producteurs situés dans les pays hors contrainte carbone est réel. À cette perte de compétitivité s'ajouterait le risque de remplacer des aciers à faible intensité en carbone issus de la filière électrique par des aciers à forte intensité en carbone produits par la voie fonte, provenant de Chine notamment, soit l'inverse de l'effet recherché (phénomène de « fuite de carbone »).

---

<sup>60</sup> Julia Reinaud, *Industrial Competitiveness Under the European Union Trading Scheme*, AIE, 2005.

<sup>61</sup> *Environmental Policy in the Steel Industry: Using Economic Instruments*, OCDE, 2003.

#### 4.4. Les quotas d'émissions, une incitation à la recherche ?

Le principe sous-jacent au système « *cap and trade* » est de donner le choix au producteur d'acier entre le paiement de ses émissions et la réalisation d'investissements pour réduire leur niveau et réaliser les économies correspondantes.

Pour plusieurs raisons, nous n'observons pas ce raisonnement chez les producteurs d'aciers.

**Dans une profession où les progrès techniques sont déterminants dans l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub>, l'effort de recherche et développement de la sidérurgie européenne s'avère particulièrement faible comparé aux autres secteurs industriels.**

Ainsi, les investissements R&D du groupe Arcelor, un des groupes sidérurgiques qui investit le plus dans la R&D, n'ont atteint que 0,42 % du chiffre d'affaires 2005 consolidé du groupe. Avec la constitution du groupe Arcelor-Mittal, ce taux diminuerait mécaniquement à 0,3 %.

À ce jour, seule l'existence du programme de recherche européen Ulcos (Ultra Low CO<sub>2</sub> Steelmaking), dont les premiers résultats laissent espérer une réduction comprise entre 20 et 30 % des émissions de carbone à la tonne, constitue un élément concret qui permet d'espérer des résultats dans le futur. Toutefois, Mittal Steel ne faisait pas partie des 48 producteurs d'aciers ayant accepté de participer au financement d'Ulcos alors qu'Arcelor assumait un rôle de leader incontesté dans ce programme de recherche.

Financé paritairement par les industriels du secteur et les pouvoirs publics, Ulcos fait partie intégrante de la plate-forme technologique européenne Acier qui a été lancée en 2004 et qui intègre le réseau de chercheurs de l'ancien traité CECA, les clients et utilisateurs d'aciers et les organisations syndicales.

La réévaluation pour chaque période de l'octroi des quotas d'émissions aboutit à l'annulation des efforts faits pendant la période précédente. Or,

cette période a une durée limitée de 4 ans, et on voit mal quel projet d'investissement d'envergure peut être amorti sur une durée si courte.

Dans le système actuel, rien n'indique que les sommes dégagées par une baisse des émissions soient allouées à la R&D, bien au contraire...

Le manque de visibilité sur l'après 2012 ne fait qu'aggraver le fossé entre une sidérurgie qui professe sa volonté de trouver des solutions plus satisfaisantes, mais pour l'instant indéfinies, et une politique menée à l'échelle européenne qui cherche ses marques dans différents secteurs aux contraintes techniques et économiques très différentes.

**Pour conclure sur ce point, le lien entre la valorisation des droits d'émissions insuffisants ou excédentaires et les efforts de R&D n'est nullement établi aujourd'hui. Il conviendrait de rapidement tisser ce lien, afin de donner à la sidérurgie européenne la contrepartie aux coûts supplémentaires supportés en compétitivité grâce à la qualité de ses productions et de ses procédés.**

#### 4.5. Les différents niveaux de réponse

##### La négociation pour la période post-2012

La perspective d'intégration de certaines zones dans l'économie de la contrainte carbone est une première possibilité de réponse offerte par les négociations post-2012, et elle est stratégique pour la survie du protocole de Kyoto, dans son esprit sinon dans les faits.

L'isolement relatif de l'Union européenne sur ce sujet a été mis en évidence lors de la création du partenariat Asie-Pacifique sur le développement propre et le climat, emmené par les opposants à Kyoto (les États-Unis, la Corée du Sud et l'Australie).

D'autres pays y ont également adhéré comme la Chine et l'Inde – en tant que pays émergents ayant signé le protocole de Kyoto –, mais également le Japon, un signataire industrialisé.



Au total, ces six pays représentent une production de 650 Mt d'aciers en 2005. Par comparaison, le protocole de Kyoto applique une contrainte carbone sur une production de 350 Mt d'acier.

### **Dissocier niveau de production et contrainte carbone en Europe**

Une des critiques adressées par les sidérurgistes européens au système des droits d'émissions actuel est son organisation « *cap and trade* », autrement dit le fait que les allocations de droits d'émissions limitent le niveau de production qui bénéficie de droits gratuits. Au-delà, la firme doit acquérir des droits sur le marché.

Selon nous, il est possible de fixer des objectifs de réduction des émissions de GES qui ne soient liés ni aux capacités, ni aux débouchés de chaque unité de production. La règle actuelle favorise en effet tous les calculs d'opportunité, aussi bien dans la négociation des quotas avec le gouvernement en fonction des productions prévues que dans le pilotage de chaque unité en fonction de la conjoncture.

Le « *cap and trade* » devrait s'appliquer sur un ratio tonne de CO<sub>2</sub> par tonne d'acier produit et non sur le tonnage du CO<sub>2</sub> global produit, afin que l'effort porte bien sur la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> indépendamment d'une optimisation du niveau de production.

À l'instar de ce qui s'applique en Belgique, le niveau d'émissions couvert par les quotas serait défini selon les meilleures techniques disponibles.

Il paraît dans ces conditions possible de déterminer un niveau progressivement décroissant des émissions de CO<sub>2</sub> par tonne d'acier dans les vingt prochaines années.

### **Lier l'allocation des droits d'émissions aux efforts de recherche**

En plus de ce qui précède, pour que le marché des quotas d'émissions produise un réel effet incitatif à la recherche et développement, il faudrait :

- donner aux industriels des durées plus longues pendant lesquelles les droits d'émissions seraient déterminés par avance ;
- tisser un lien beaucoup plus fort entre les droits d'émissions alloués gratuitement et l'effort de recherche et développement engagé par chaque sidérurgiste. Il conviendrait ainsi de donner la possibilité au sidérurgiste investissant dans le long terme de bénéficier des mêmes gains que celui qui baisse ses émissions par des ajustements à court terme.

### **La possibilité d'un ajustement aux frontières**

La taxe aux frontières à appliquer aux importations d'aciers en provenance de producteurs ne subissant pas la contrainte carbone est une piste complémentaire à envisager. Elle permettrait de corriger le déséquilibre compétitif né de la contrainte carbone pour les producteurs d'aciers situés dans la zone couverte par le protocole de Kyoto.

Cependant, cette taxe a le défaut d'être difficile à mettre en œuvre dans le cadre de la situation créée par la Bourse des droits d'émission, pour les mêmes raisons que précédemment évoquées au § 3.4. De fait, le traitement des importations devrait être identique à celui des productions de la zone.

### **Un dispositif d'ajustement aux frontières fondé sur des normes de référence (benchmarks)**

Une solution alternative consisterait à fixer une norme de référence qui serait différente selon la filière de production – électrique ou fonte. Cette norme aurait pour base les meilleures pratiques en matière d'émission de CO<sub>2</sub> sur un périmètre défini ne donnant pas lieu à des variations selon les installations.

En vertu de ce dispositif, pour chaque tonne d'acier importée, pour chaque kilogramme de CO<sub>2</sub> dépassant cette norme, l'importateur aurait l'obligation d'acheter des droits d'émission à la Bourse européenne de CO<sub>2</sub> au prix du CO<sub>2</sub> en vigueur sur ce marché.

Ainsi, l'équivalence carbone entre aciers coulés en Europe et aciers importés serait respectée.

Pour que cette mesure soit applicable, il conviendrait de s'assurer de la traçabilité des produits acier en fonction de la filière de production et, pour cela, de donner un contenu en CO<sub>2</sub> à chaque produit acier.

Ce système de régulation aurait l'avantage, non seulement de favoriser le fonctionnement du marché européen du CO<sub>2</sub>, mais aussi de ne pas se heurter aux règles de l'Organisation mondiale du commerce (OMC), qui reconnaît le bien-fondé des mécanismes flexibles du protocole de Kyoto.

### **Un mécanisme de développement propre débarassé de son effet pervers potentiel**

Le mécanisme de développement propre (MDP) prévu dans le protocole de Kyoto, à travers la possibilité d'acquérir des droits d'émission par la réalisation d'investissements de réduction des émissions dans les pays émergents offre des opportunités réelles d'investissements à moindres coûts dans la modernisation des sidérurgies les plus polluantes des pays émergents comme la Chine.

À ce jour, sur un total de 420 projets enregistrés, 16 relèvent de la production de fonte et d'acier et représentent une réduction d'émission chiffrée à 3,2 Mt de CO<sub>2</sub> par an (2,9 % du total

des mécanismes de développement propre). Les projets reposent le plus souvent sur l'utilisation des gaz issus du processus de production pour la génération d'électricité.

Néanmoins, ces investissements n'auraient-ils pas eu lieu de toute façon, c'est-à-dire sans contrainte carbone ? Sans aucun doute, et l'avantage financier du mécanisme de développement propre fournit une nouvelle impulsion. Dans ce cadre, la contrainte carbone tend (toutes choses égales par ailleurs) à accélérer la délocalisation des investissements dans l'industrie sidérurgique mondiale.

Le financement ainsi obtenu devrait donc avoir pour contrepartie l'application de normes sociales minimales, afin que le mécanisme de développement propre s'inscrive dans une démarche de durabilité qui associe le social à l'environnemental.

## **4.6. Les perspectives sidérurgiques à l'horizon 2020- 2030**

### **Les stratégies d'investissements émergentes**

La croissance asiatique ne peut qu'être confirmée pour les prochaines années. Après la Chine, dont la croissance se prolongera encore plusieurs années, l'Inde – selon des modalités différentes – renforcera la croissance économique du continent.

La question de la Russie reste ouverte, notamment en cas d'intégration à l'OMC, qui libérerait les producteurs d'aciers russes des contingentements à l'exportation vers l'Europe.

Sans pouvoir lire dans la boule de cristal de la sidérurgie du nouveau millénaire, les projets d'investissements actuellement lancés et dont les productions viendront alimenter les marchés de transformation à partir des années 2010-2015 donnent des indications sur l'avenir du secteur dans les années 2020-2030.

En premier lieu, nous assistons à la croissance des projets qui allient l'exploitation de gisements de matières premières, essentiellement minerais



de fer et charbon à coke et phase liquide pour la production de demi-produits, brames ou billettes. Ces nouveaux sites de production construits en bord de mer associent les traditionnels hauts fourneaux à une aciérie à oxygène et un laminoir à chaud.

Cette nouvelle croissance des productions par la voie traditionnelle est le résultat de plusieurs évolutions, parmi lesquelles :

- la croissance des consommations et des productions se réalise, pour l'essentiel, dans les pays émergents, lesquels sont dans la première phase de leur développement, avec un fort contenu acier ;
- les gisements de ferrailles, dans ces pays comme dans les pays développés, sont maintenant exploités à leur maximum, ne permettant pas une extension de la voie électrique comme possibilité d'accroissement des capacités de production. Il faut du fer neuf ;
- l'oligopole des producteurs de matières premières invite les sidérurgistes à contrôler de façon croissante leurs sources de matières premières ;
- s'ajoute une croissance attendue des prix de l'électricité supérieure à celle des prix du charbon, la matière énergétique traditionnelle de l'industrie sidérurgique, qui donne un nouvel avantage compétitif à la filière fonte comparée à la filière électrique.

Compte tenu de ces éléments, les producteurs brésiliens aujourd'hui, mais aussi russes demain et indiens après-demain pourront proposer des brames et des billettes à des prix compétitifs dans les ports européens, à l'image des sidérurgies canadienne et états-unienne, dont les approvisionnements proviennent de manière croissante de demi-produits importés du Brésil notamment.

À ce jour, plus de 37 Mt d'investissements dans de nouvelles productions de brames sont programmés au Brésil. Celles-ci sont majoritairement destinées à être transformées en coils et en produits à haute valeur ajoutée dans les pays développés.

De la même façon, l'Inde, grâce à sa richesse en minerai de fer, voit actuellement naître de nombreux projets d'augmentation de capacités de production d'aciers par la voie fonte. Les investissements, pour l'essentiel, sont encore à confirmer particulièrement dans l'État du Jharkhand, et leur calendrier est moins avancé que les projets brésiliens.

Ainsi, progressivement, un marché international des brames pourra se structurer à l'horizon 2020-2030.

Il en résultera une division du travail croissante entre la phase liquide, productrice de brames gourmandes en énergie et en matières premières, et la partie transformation en aval, économe en énergie et proche des débouchés.

Dans ces conditions, la production d'aciers dans les pays développés se limite à de l'adaptation aux besoins des clients.

Cette évolution est favorisée par les producteurs de minerai de fer, tel le Brésilien CVRD, dans une stratégie de remontée de la filière industrielle pour accroître la valeur ajoutée issue de la transformation du minerai en acier.

En ce sens, le risque de délocalisation de la phase liquide vers les pays producteurs de matières premières sidérurgiques est réel à l'horizon des dix prochaines années.

Le modèle de sidérurgie maritime (importation de matières premières par bateaux, production en bord de mer et transformation et distribution sur le continent) développé par Arcelor en Europe de l'Ouest voit ainsi apparaître une nouvelle concurrence.

À l'inverse, la sidérurgie continentale pourrait s'en trouver renforcée, à condition de disposer d'une autonomie continentale et compétitive dans son approvisionnement en matières premières.



### Les questions en suspens

La sidérurgie est une industrie à la fois hautement capitalistique et aux rythmes cycliques.

Considéré comme le matériau de base du développement économique d'un pays, l'acier a connu, au cours de ces trente dernières années, une dégradation de son niveau de prix relatif continue et souvent supérieure aux gains de productivité dégagés par les industriels. Les industries utilisatrices d'acier ont ainsi pu fonder leur développement sur des aciers bon marché. Pour les producteurs, un soutien public, seul à même de compenser le manque à gagner, a souvent été nécessaire.

La privatisation des entreprises sidérurgiques a rendu progressivement ce raisonnement économique invalide, tout du moins en Europe.

Le développement chinois, qui est à l'origine du nouveau paradigme de l'économie sidérurgique en ce début de XXI<sup>e</sup> siècle, reste cependant globalement fondé sur un soutien public de diverses natures.

Ce développement a permis depuis maintenant 5 ans un effacement temporaire du cycle économique de l'acier en Europe et dans le monde, dont la durée est aujourd'hui inconnue.

Certains comparent la phase actuelle avec la période des années 1950-1960 lors du redressement économique japonais, lequel avait porté la croissance économique dans la zone pendant près d'une dizaine d'années.

Le retour du cycle tant attendu et redouté se traduira-t-il par une baisse des prix en deçà des prix de revient pour certains producteurs ?

Sera-t-il assez fort pour remettre en cause les programmes d'investissements d'augmentation de capacités précédemment évoqués ?

Sans pouvoir donner de réponses définitives à ces questions, plusieurs éléments sont à prendre en considération :

- les stratégies de groupes sidérurgiques dans les pays développés consistent aujourd'hui à combiner la réduction de leurs niveaux de

production avec une baisse de leurs prix, contrairement aux pratiques précédentes qui privilégiaient l'ajustement par les prix. Ce changement doit être souligné, car il entraîne une profonde modification dans la gestion des capacités et des productions ;

- un grand nombre de projets d'investissements sont des projets à bas coûts pour les plus solides, et s'inscrivent souvent dans une stratégie de remontée de valeur ajoutée pour les producteurs de minerai de fer. À ce titre, ils seront certainement menés à bien ;
- les menaces de surproduction sont aujourd'hui essentiellement le fait de la Chine qui, d'une part, n'est pas un pays à bas coûts dans le secteur de la production d'aciers et, d'autre part, dispose d'importantes réserves de restructuration d'unités complètement obsolètes. Si, dans la période récente, l'annonce de ces restructurations n'a pas encore trouvé d'effets probants pour des raisons d'accompagnement social, il ne fait aucun doute que ces unités sont condamnées à moyen terme).

En conclusion, l'expansion sans fin de la production d'aciers ne peut certes être décrétée, mais la cartographie actuelle du secteur nous permet d'affirmer que d'importants facteurs de flexibilité subsistent, qui permettent d'envisager le futur économique sans rupture majeure.

Par ailleurs, il semble bien que les économies asiatiques aient trouvé la voie de la croissance économique avec pour corollaire des besoins en aciers en forte augmentation, surtout lors de la première phase du décollage. Sauf à considérer la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> comme une contrainte forte à moyen terme.





## Les technologies réduisant les émissions de CO<sub>2</sub>

### Les progrès en matière d'efficacité énergétique

Dans la réalité, beaucoup de sidérurgies ont des potentiels de réduction de leurs émissions de CO<sub>2</sub>, à travers la seule amélioration de l'efficacité énergétique. Compris entre 25 % et 35 %, voire au-delà, ils rendraient possible, selon l'AIE, une réduction globale de 200 Mt de CO<sub>2</sub><sup>62</sup>.

En outre, si l'on examine les minimums requis pour obtenir une production d'acier aux différents stades de chaque filière, on constate (tableau III.32.) que les standards actuellement admis par les sidérurgistes du monde occidental en matière de consommation énergétique comme d'émissions de CO<sub>2</sub> peuvent être très nettement améliorés.

La réduction des émissions de CO<sub>2</sub> pourrait ainsi atteindre, selon ces données, entre 30 % et 58 % pour des installations de niveau technologique courant dans les pays développés.

## Les nouvelles technologies en développement

À l'horizon 2030, le secteur sidérurgique ne sera pas bouleversé par de nouvelles technologies révolutionnaires, mais poursuivra les progrès engagés ces dernières années.

### Les substituts au coke dans les hauts fourneaux

L'injection de charbon comme substitut partiel au coke dans les hauts fourneaux permet de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>. On estime que près de 250 kg de charbon par tonne de matière peut être enfourné. Il en résulte, selon les calculs faits par les techniciens, un gain d'énergie doublé d'une réduction des émissions de carbone.

Au total, 100 Mt d'émissions de CO<sub>2</sub> pourraient être évités à l'horizon 2030.

Une autre piste est constituée par l'injection de déchets plastiques, une technique développée au Japon et en Allemagne. Le gain apparaît essentiellement sous la forme d'efficacité énergétique.

Tableau III.36. : Consommation énergétique et minimum requis par process : potentiel de réduction d'émissions de CO<sub>2</sub>

produit/process	consommation GJ/t	minimum GJ/t	émissions actuelles t/t	minimum t/t	potentiel de réduction %
fonte liquide	13-14	10,4	1,45-1,56	1,16	20-26
acier liquide électrique	2,1-2,4	1,6	0,36-0,42	0,28	24-33
acier plat laminé à chaud	2-2,4	0,9	0,11-0,13	0,05	55-62
acier plat laminé à froid	1-1,4	0,02	0,17-0,24	0	98
<b>total fonte</b>	<b>16,2-17,8</b>	<b>11,32</b>	<b>1,73-1,93</b>	<b>1,21</b>	<b>30-37</b>
<b>total électrique</b>	<b>5,1-6,2</b>	<b>2,52</b>	<b>0,64-0,79</b>	<b>0,33</b>	<b>48-58</b>

source: Fruehan et al 2000 dans AIE 2006

Tableau III.37. : Prospective technologique globale de l'injection de charbon

injection de charbon	2003-2015	2015-2030	2030-2050
Étape dans l'utilisation	commercial	commercial	commercial
coût d'investissement (US\$/t)	50-55	50	50
réduction de la conso d'énergie	5%	7%	10%
réduction d'émission de CO <sub>2</sub> (GT/an)	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2

source: AIE 2006

<sup>62</sup> Energy Technology Perspectives. Scenarios & Strategies to 2050, International Energy Agency, 2006.

### ***Les techniques de fusion ou de réduction directes***

Elles sont à l'essai depuis maintenant plusieurs années et progressent sous deux formes :

- l'investissement dans de nouvelles installations sur des procédés pas toujours parfaitement maîtrisés. Le procédé Corex fait ainsi l'objet de recherches avancées qui ont donné naissance à quatre usines dans le monde à ce jour, auxquelles il convient d'ajouter quelques projets supplémentaires en cours de construction ;
- la combinaison avec un enfournement de fer préréduit est également possible.

Les coûts d'investissement sont élevés (350 \$ par tonne), ce qui limite l'extension de ces techniques.

### ***Le programme Ulcos***

Ce programme participe du développement des technologies pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et constitue sans aucun doute l'initiative européenne de référence en matière de politique industrielle adaptée à un secteur. Des réductions de l'ordre de 20 à 30 % des émissions sont attendues, obtenues par réinjection des gaz dans les hauts fourneaux. L'effectivité de cette solution technologique devrait pouvoir se vérifier dans les prochaines années, avec une généralisation possible à l'échelle industrielle à l'horizon 2020.

Adopté au mois de décembre 2004, l'agenda de la recherche stratégique de la plate-forme technologique européenne de l'acier offre une vision globale de l'innovation et des initiatives en matière de R&D qui permettent de poursuivre l'objectif identifié comme une sidérurgie propre, sûre et durable. Ulcos associe aussi les syndicats et les questions de formation, dans la ligne de la CECA.

Un budget de 800 M€ a été alloué aux priorités de la période 2007-2013. Au total, le budget estimé est de 1,7 milliard d'euros en quinze ans sur la durée de l'agenda.

Les financements sont d'origine privée et publique et proviennent d'institutions européennes, nationales et régionales.

## **4.7. L'acier bas carbone : un matériau d'avenir pour la sidérurgie européenne**

Nous proposons deux scénarios, pour illustrer les choix qui peuvent être faits par les responsables de la sidérurgie européenne et les pouvoirs publics dans la détermination d'une politique industrielle et des effets sur l'emploi.

Un scénario « *business as usual* » qui prolonge les évolutions décrites précédemment, avec de profondes transformations du secteur à l'horizon des vingt prochaines années, mais sans prise en compte particulière de la contrainte carbone.

Le second scénario envisage à l'inverse une rupture stratégique par la prise en compte de la contrainte carbone non plus seulement comme un sous-produit de la production d'acier, mais comme un objectif de compétitivité de la sidérurgie européenne du XXI<sup>e</sup> siècle.

Précisons que, à notre connaissance, il n'existe pas d'études analysant les effets sur l'emploi de l'application de la contrainte carbone dans la sidérurgie.

### **Scénario 1 : le risque d'une crise industrielle et sociale majeure dans les prochaines années**

#### ***Le cadre mésoéconomique***

Le premier scénario sectoriel poursuivrait les tendances à l'œuvre depuis plusieurs années, à savoir :

- stabilité des consommations d'aciers de l'Union européenne à 25 aux environs de 200 Mt, avec une augmentation continue de la valeur ajoutée de chaque tonne utilisée ;
- poursuite progressive des externalisations, donnant au secteur une flexibilité accrue de ses effectifs au regard des variations de productions, et recours croissant à des formes de salariat précaire, dans un secteur relativement épargné comparé à d'autres secteurs de la métallurgie et de l'économie ;



- réduction de la capacité de production de fonte sidérurgique sans réduction proportionnelle du nombre de hauts fourneaux en activité, accompagnée d'une détérioration importante de la balance commerciale par augmentation des importations ;
- effort de R&D toujours aussi faible de la part des groupes sidérurgiques, même si le soutien des pouvoirs publics aux programmes en cours permet d'obtenir quelques résultats à travers le programme Ulcos ;
- poursuite de la mondialisation des producteurs d'aciers et de la concentration du secteur à l'échelle mondiale et transfert croissant de la phase liquide dans les pays à bas coûts de matières premières ;
- chute irrémédiable de l'emploi dans le secteur, mais aussi et surtout chez les nombreux fournisseurs et sous-traitants, entraînant certains bassins d'emplois dans une déprime économique et sociale profonde.

### Les risques sociaux et environnementaux

La contrainte carbone ne semble pas devoir jouer un rôle déterminant, jusqu'au moment où :

- les prix de l'électricité et des ferrailles seront si élevés qu'ils déclasseront une partie de la filière électrique européenne. Ce phénomène se produit à chaque fois que le prix de revient de la fonte est inférieur au prix d'achat des ferrailles sur le marché, comme c'était le cas au cours de l'année 2006 ;
- les quotas attribués aux sites de production de fonte et d'aciers vont progressivement se réduire et entraîner une gestion conjoncturelle et flexible des productions ;
- la contrainte carbone constituera objectivement un désavantage compétitif pour la sidérurgie européenne face aux sidérurgies qui ne supportent pas les mêmes contraintes, entraînant une réduction des productions d'acier en

Europe et un déficit croissant de la balance commerciale.

La contrainte carbone alimente et aggrave les évolutions dépressives de l'emploi dans le secteur sur le plan quantitatif et dégrade fortement leur évolution qualitative, induisant :

- la multiplication des sous-traitants au cœur du processus de production avec tous les risques induits par la dangerosité des procédés de fabrication ;
- l'accroissement de l'emploi précaire sur site qui fera passer le secteur d'une gestion des flexibilités par mobilité interne à des mobilités externes croissantes ;
- une augmentation des risques sur la qualité des produits et éventuellement des pertes conséquentes de valeur ajoutée.

### Chiffrage des pertes d'emplois

Pour une estimation quantitative de l'évolution de l'emploi, pour les raisons explicitées ci-dessus, il est particulièrement délicat d'avancer des chiffres qui, au mieux, ne rendraient compte que des emplois couverts par les conventions collectives des sidérurgies européennes.

Aujourd'hui, dans certaines unités sidérurgiques, pas moins d'un tiers des emplois totaux sont occupés par des salariés d'entreprises extérieures et ne sont pas, par conséquent, enregistrés comme emplois sidérurgiques.

La situation diffère selon les pays européens, mais on peut estimer que le chiffre de 20 % du total des emplois directs externalisés est une approche conforme à la réalité du secteur aujourd'hui.

Ceci précisé, il convient également de distinguer les emplois qui relèvent de la phase liquide à chaud de celle de transformation à froid. À notre connaissance, aucune statistique n'est disponible sur le sujet, à quelque niveau d'information que ce soit.

Pour dépasser cette limite, nous mentionnerons les éléments suivants :

- d'une part, les emplois des sociétés sidérurgiques déclarés comme tels comprennent toujours les salariés du chaud

et de la phase liquide. Il s'agit des emplois traditionnels de sidérurgistes, auxquels viennent s'ajouter les emplois de siège, des fonctions support et de R&D et, dans la plupart des cas, une partie seulement de la transformation à froid ;

- ▶ par ailleurs, de nombreux emplois de transformation sont logés dans des filiales, voire ne sont pas reconnus comme des emplois de sidérurgistes, comme dans le tréfilage ou la production de tubes.

À partir de notre connaissance du secteur, nous pouvons toutefois déterminer qu'environ 50 % des emplois de la sidérurgie sont directement ou indirectement liés à la phase à chaud et à la phase liquide, lesquelles comprennent principalement :

- ▶ une agglomération permettant de préparer la charge pour les hauts fourneaux ;
- ▶ une cokerie transformant le charbon en coke ;
- ▶ les hauts fourneaux pour la production de fonte ;
- ▶ le convertisseur et sa coulée continue ;
- ▶ le laminoir à chaud pour la production de brames ou de billettes.

Appliquée à la sidérurgie européenne, la menace pèse donc sur un total de 175 000 emplois qui correspondent à la production de 200 Mt d'acier.

À l'horizon 2030, la délocalisation de 50 à 75 Mt de brames en dehors de l'Union européenne – soit l'équivalent de 25 % à 37 % de la production actuelle – est possible, ce qui toucherait 45 000 à 67 000 emplois directs, auxquels s'ajoutent 9 000 à 13 000 emplois directs externalisés, soit au total 54 000 à 80 000 emplois directs.

Maintenant, étant donné l'impact qualitatif mentionné auparavant, nous pouvons estimer que le niveau de précarité pourrait doubler dans la période et atteindre 40 % des emplois sous statut, par mise en sous-traitance, par recours à l'intérim ou par emploi de stagiaires dans les services les moins exposés aux dangers du métier de sidérurgiste. Au total, les emplois précaires compteraient pour 30 % de la main-d'œuvre employée dans les unités.

**Au total, entre 80 000 et 120 000 emplois directs sont menacés, dont un tiers relève de changements de convention collective correspondant à la recherche d'une plus grande flexibilité ( $80\,000 = 54\,000 + [(175\,000 - 45\,000) \times 0,2]$ ).**

Il en résultera sans aucun doute une détérioration des conditions de travail et des risques accrus en matière de santé au travail par transfert des risques aux entreprises sous-traitantes et aux emplois externalisés.

Cette évolution sera largement facilitée par les départs naturels des salariés actuellement couverts par la convention collective. La sidérurgie européenne entre en effet dans une période de fort renouvellement de ses salariés qui fait peser une menace sur sa productivité, longtemps favorisée par une grande stabilité de sa main-d'œuvre. Le remplacement de plus de 50 % des salariés dans un temps très court au sein de certaines unités pose d'ores et déjà des problèmes, quand ils ne sont pas accompagnés de mesures organisant le transfert des savoir-faire individuels et collectifs. La fragilisation supplémentaire du secteur par la contrainte carbone ne peut qu'aggraver cette situation.

Nous n'abordons pas ici l'impact sur les emplois induits, qui rendrait compte de l'irrigation par le secteur des bassins d'emplois et des régions d'implantation.



## Scénario 2 : la définition d'une stratégie bas carbone dans la sidérurgie européenne donne un avenir au secteur et à ses emplois

### Le cadre mésoéconomique

Les hypothèses générales communes avec le 1<sup>er</sup> scénario sont les suivantes :

- stabilité des consommations d'aciers de l'Union européenne à 25 aux environs de 200 Mt, avec une augmentation continue de la valeur ajoutée de chaque tonne utilisée ;
- poursuite de la mondialisation des producteurs d'aciers et de la concentration du secteur à l'échelle mondiale ;
- poursuite du renchérissement des matières premières ;
- poursuite progressive des externalisations.

Ce scénario postule en revanche que les producteurs européens confirment, voire accroissent, leur excellence technologique dans la production d'acier aux émissions limitées.

### Les modifications à introduire dans le dispositif

Les facteurs favorables à une stratégie bas carbone consisteraient à :

- lier les allocations de droits d'émissions aux efforts de R&D des producteurs, en établissant une équivalence entre les investissements permettant de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> à court terme dans les unités de production (efficacité énergétique, évolution des matières premières enfournées) et ceux à long terme (R&D) ;
- dimensionner la réduction des quotas d'émissions alloués par installation selon le rythme des retours sur investissements, et donc à transformer la réduction des émissions de gaz à effet de serre en opportunité conditionnelle de profit pour les entreprises de la sidérurgie européenne. Il convient d'allonger à au moins dix ans la durée d'allocation des droits ;

- définir une norme d'émissions de CO<sub>2</sub> par filière de production (voie fonte et voie électrique) qui permette, au-delà des particularités de chaque installation, de doter chaque produit acier d'une qualité CO<sub>2</sub>, quelle que soit sa provenance ;
- annuler l'impact de la contrainte carbone des producteurs d'aciers par voie électrique sur le prix de l'électricité, afin de favoriser la production d'acier bas carbone, laquelle a l'avantage de valoriser une matière première secondaire à travers le recyclage des aciers ;
- introduire une réglementation à l'import des produits aciers qui, à travers la qualité CO<sub>2</sub>, permette de rééquilibrer le coût carbone pour les aciers consommés dans l'Union européenne. Le rééquilibrage de ce coût carbone pour les importations se réaliserait par l'achat de droits d'émissions sur le marché. Le déficit de compétitivité de la sidérurgie européenne dû à la politique de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> serait ainsi compensé ;
- modifier la gouvernance du secteur en réintroduisant les partenaires sociaux et les autres parties prenantes dans la conduite de la diminution de la contrainte carbone.

### L'impact sur l'emploi

L'ensemble de ces mesures ne permet pas de maintenir l'emploi dans la sidérurgie à son niveau actuel, en raison du caractère structurel de certaines évolutions du secteur comme le prix des matières premières et l'externalisation d'un nombre croissant de fonctions auparavant intégrées.

En revanche, le maintien de capacités de production – dérivé, notamment, de la moindre pression commerciale des importations d'acier haut carbone – et la dynamique d'investissement en R&D comme en unités pilotes et industrielles innovantes permettent de réduire l'impact négatif sur l'emploi dans le secteur.

**Dans ces conditions, on estime à 50 000 le nombre d'emplois directs, intégrés et externalisés (à comparer aux 80 000 menacés) qui pourront être sauvegardés dans la**



**sidérurgie européenne, principalement à l'Ouest, car, au-delà du rééquilibrage appliqué aux importations, la production d'acier au moyen de process bas carbone est devenue un avantage compétitif pour les producteurs européens.**

Cet avantage compétitif est une manière d'associer les entreprises et leurs parties prenantes à la stratégie volontariste menée par l'Union européenne dans la lutte contre les émissions de GES depuis de nombreuses années.

À l'est de l'Europe, des marges de progression certaines existent d'ores et déjà en matière de réduction des émissions de GES pour l'ensemble des unités sidérurgiques subsistantes, ouvrant la possibilité à ces unités de bénéficier de droits d'émissions excédentaires à vendre et de faciliter ainsi leur modernisation.

#### **Quelle réduction d'émissions de CO<sub>2</sub> pour la sidérurgie européenne ?**

Garantit-on, avec l'application d'une norme d'émission de CO<sub>2</sub> par tonne d'acier, une réduction globale des émissions de la sidérurgie européenne et, si oui, dans quelle proportion ?

S'il ne fait aucun doute que, à terme, étant donné les objectifs de réduction des émissions supérieurs à 50 %, une technologie de rupture s'avère indispensable dans la production d'acier, la période 2010-2030 sera une période de transition pendant laquelle des réductions continues doivent pouvoir être mises en œuvre.

Comme nous l'avons vu précédemment, les technologies disponibles permettent d'envisager des réductions substantielles qui donnent un horizon atteignable de 1,2 t de CO<sub>2</sub> par tonne d'acier, soit une réduction d'un tiers par rapport aux émissions actuelles.

Les productions européennes d'aciers sont stables depuis quelques années et nul doute que les années qui viennent ne verront pas les productions européennes d'aciers s'étendre à l'exportation, pour des questions de compétitivité-prix essentiellement. C'est plutôt le phénomène inverse qui risque de se produire par accroissement des importations.

Le tableau ci-dessous permet de visualiser une hypothèse de réduction de 50 % des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur sur la période 2005-2030.

Les hypothèses qui ont présidé à la construction de ce tableau sont :

- une moyenne d'émissions de 2 t de CO<sub>2</sub> par tonne d'acier en 2005, chiffre corroboré par les différentes sources, avec des écarts selon les installations ;
- une stabilité des productions européennes d'aciers issus de la voie fonte à hauteur de 120 Mt ;
- un objectif de réduction fixé par les autorités publiques européennes dans le cadre de PNAQ homogènes dans l'ensemble des pays de l'Union et valables pour toutes les installations ;
- la mise en œuvre des technologies d'ores et déjà disponibles, ou qui le seront à brève échéance, jusqu'en 2020.

L'aspect crucial de la période 2020-2030 sera de développer les ruptures technologiques indispensables à une réduction ultérieure des émissions.

**Tableau III.38. : Réduction d'émissions de CO<sub>2</sub> de la sidérurgie européenne à l'horizon 2020**

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
T de CO <sub>2</sub> par T d'acier	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1
production européenne ( MT)	120	120	120	120	120	120
Tonnes de CO <sub>2</sub> émises (MT)	240	216	192	168	144	120
		-10,0%	-20,0%	-30,0%	-40,0%	-50,0%





## 4.8. Conclusions et recommandations

La sidérurgie figure parmi les premiers secteurs industriels concernés par les émissions de CO<sub>2</sub>. Hors production d'énergie, la sidérurgie est le premier émetteur industriel de CO<sub>2</sub>, devant les cimenteries (3 %), l'aluminium (2 %) et la pâte à papier (1 %).

L'industrie étant mondialisée, les emplois du secteur sont de plus en plus délocalisables. Dans ce contexte, il ne fait aucun doute que, sans aménagement de la politique de limitation des émissions à l'œuvre aujourd'hui, les risques de délocalisation sont réels et auront un impact certain sur le niveau d'emploi dans le secteur, chiffré globalement à 54 000 emplois directs intégrés et externalisés.

Si l'application du protocole de Kyoto n'est pas à l'origine des risques qui pèsent aujourd'hui sur l'emploi dans la sidérurgie européenne, elle les prolonge toutefois et en provoque l'accélération, en érigeant potentiellement un obstacle à la compétitivité du secteur au cours des prochaines années.

Une politique industrielle bas carbone appliquée à la sidérurgie, étendue à la production industrielle et non limitée à la seule R&D, permettrait de limiter les impacts sur l'emploi et de préserver la majeure partie des emplois potentiellement menacés par la délocalisation de la phase liquide vers les pays à bas coûts, sans contrainte carbone.

La sidérurgie européenne et mondiale est entrée dans une période de transition avant la mise en place de technologies de rupture bas carbone dans la fabrication d'aciers.

Il convient d'accompagner ce mouvement afin de maintenir les emplois et les savoir-faire de la sidérurgie européenne, la seconde au monde après la Chine. Elle mobilise un gisement d'emplois encore important (370 000 personnes en 2004), nettement plus substantiel que dans les autres secteurs industriels émetteurs de gaz à effet de serre (cimenteries, aluminium, pâte à papier, verre, céramique...) et qui structure souvent notablement l'économie des territoires.

Les technologies sont disponibles et les moyens financiers d'ores et déjà dégagés. Il convient de les réorienter pour permettre à la sidérurgie européenne de faire valoir ses atouts majeurs, sinon uniques, dans la lutte contre les émissions de GES, et de CO<sub>2</sub> en particulier.

Le paradoxe résiderait dans le remplacement, par voie de concurrence sauvage, de producteurs d'aciers à faible intensité en carbone par des producteurs d'aciers à haute intensité en carbone, soit l'inverse de l'objectif poursuivi.

Des outils et dispositifs d'une nouvelle politique industrielle européenne croisant dimension sectorielle et transversale (R&D, formation, instruments de marché fondés sur un système de normes...) compatibles avec les règles de l'OMC (qui reconnaîtrait le changement climatique comme un bien public universel) sont à instaurer au service de l'objectif d'intérêt public de lutte contre le changement climatique.

La sidérurgie européenne, riche des 50 années d'existence de la CECA (qui s'est éteinte en juillet 2002), pourrait être le secteur pilote pour expérimenter cette nouvelle politique industrielle européenne bas carbone pour l'ensemble des industries émettrices de gaz à effet de serre en Europe.

Le programme européen de R&D Ucos n'est que la première pierre de cet édifice à inventer et à construire urgemment pour impliquer le secteur industriel dans la réponse à ce défi et dans le respect de l'équilibre des trois piliers du développement durable (environnemental, économique et social).

Cette nouvelle politique industrielle liée à la stratégie européenne de développement durable ne pourra respecter cet équilibre et être efficiente que si elle autorise les organisations syndicales et instances de représentation des travailleurs (comités d'entreprise européens, comités de dialogue social sectoriel européens de l'acier) à jouer un rôle actif, comme c'était le cas au sein du comité consultatif de la CECA.

## 5. Le secteur cimentier

### 5.1. La situation économique et sociale du secteur cimentier européen et son potentiel de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> à court et moyen termes

#### Enjeux économiques et financiers des mécanismes européens de Kyoto dans le secteur cimentier

Le secteur du ciment est, avec la sidérurgie, le secteur industriel le plus gros émetteur de CO<sub>2</sub> au niveau européen et mondial, pour respectivement 5 et 6 % des émissions totales. La cimenterie européenne a ainsi contribué, en 2005, à hauteur de 10 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> du secteur. Cette proportion aura tendance, à court et moyen termes, à s'accroître dans un scénario BAU (*business as usual*) étant donné la tendance du secteur à connaître, depuis une décennie, une croissance soutenue de la production.

Entre 1999 et 2004, la production mondiale de ciment s'est accrue, en tonnage, de 37 % et, en 2005, elle a poursuivi sa forte progression (+ 7 %) pour atteindre 2,3 milliards de tonnes, engendrant ainsi un volume d'émissions de CO<sub>2</sub> d'environ 2 milliards de tonnes au niveau mondial, pour un chiffre d'affaires de 87 milliards de dollars en 2005.

Plus de la moitié des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> du secteur cimentier résultent de la production cimentière de la Chine (premier producteur mondial) et de l'Inde (deuxième producteur mondial) :

- si le plus mauvais élève planétaire, en termes d'intensité des émissions de CO<sub>2</sub> par tonne de ciment produite, est les États-Unis

(troisième producteur mondial), avec quasiment 1 tonne d'émissions de CO<sub>2</sub> pour une tonne de production de ciment, le ciment européen n'est pas le moins pollueur à la tonne au niveau mondial, avec un niveau moyen de 0,84 tonne de CO<sub>2</sub> par tonne produite. Le meilleur élève mondial dans ce domaine est le Japon, quatrième producteur mondial, avec 0,73 tonne de CO<sub>2</sub> par tonne produite de ciment acquis en l'an 2000, ainsi que l'Australie et la Nouvelle-Zélande (0,79 tonne de CO<sub>2</sub>)<sup>63</sup> ;

- le score du Japon s'explique essentiellement par une meilleure performance de son secteur cimentier concernant l'efficacité énergétique (3,10 Mégajoules par kg de clinker, soit 23 % de plus que la performance européenne) et concernant l'intensité de clinker par tonne produite (0,80).

#### Au sein de l'Union européenne à 25, six pays dominent la production de ciment et contribuent pour 71 % du total des émissions de CO<sub>2</sub>

La production européenne de ciment (Union européenne à 25) a connu une croissance nettement moindre, ces dernières années, que la production mondiale (+ 7 % entre 1999 et 2004 et + 1 % en 2005) pour atteindre environ 239 millions de tonnes en 2005, soit 11 % de la production mondiale, ce qui correspond à 10 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> du secteur cimentier.

Au sein de l'UE 25, six pays dominent la production de ciment en réalisant 73 % de la production communautaire en 2004.

Le plus gros producteur national européen est l'Espagne, avec plus de 50 millions de tonnes de ciment produites en 2005 (+ 8 % en 2005, après + 30 % entre 1999 et 2004), pour peser 20 % de la production communautaire, devançant l'Italie (19 %), l'Allemagne (15 %), le Royaume-Uni (5 %), la France (9 %) et la Pologne (5 %).

---

<sup>63</sup> Source : Batelle-CSI-WBCSD.



Ce groupe des six pays les plus gros producteurs de ciment européens est aussi le groupe des plus gros consommateurs de ciment (ils représentent les trois quarts du marché européen du ciment).

Le facteur prédominant de cette corrélation entre capacités de production nationales de ciment et marché national est la nécessité de la proximité de l'offre par rapport à la demande de ciment pour satisfaire celle-ci en termes de quantité, qualité et délais. La production d'une cimenterie dans l'UE est presque toujours destinée à la consommation locale. En effet, les coûts de transport, et avant tout ceux du transport routier, font que le ciment s'exporte peu.

***La forte croissance de la consommation du ciment n'a pu être parfaitement satisfaite par des capacités de production nationales en régression***

La forte croissance de la consommation du ciment dans certains pays de l'Union européenne depuis plusieurs années (Espagne + 25 % entre 2000 et 2004, Italie + 21 % et France + 6 %) n'a pu être parfaitement satisfaite par les capacités de production nationales, qui ont régressé à la suite d'un processus de restructuration et de rationalisation qui s'est traduit par la fermeture entre 1999 et 2004, de 27 cimenteries dans l'Union européenne à 25, (soit 10 % du parc européen) et ont dû nécessiter un recours croissant aux importations (+ 20 % au niveau de l'Union européenne à 25 pendant cette période).

Cinq des six principaux pays producteurs et consommateurs de l'Union européenne à 25 sont aussi les cinq principaux importateurs.

En 2001, les importations de ciment couvraient 12 % de la consommation de ciment de l'Union européenne à 25. En 2003, ce taux de recouvrement est passé à 14 %, ce qui demeure encore un niveau modeste, étant donné les difficultés à faire voyager sur longue distance et par voie terrestre. En effet, les importations se limitent essentiellement en provenance des pays du bassin méditerranéen (Turquie, Maroc).

Grâce à la bonne conjoncture du marché européen et mondial du ciment et à la surallocation du secteur cimentier en quotas d'émissions de CO<sub>2</sub> par le système européen d'allocation et d'échange ETS, les principaux producteurs du secteur ont connu, depuis plusieurs années, une excellente santé économique et financière.

Les leaders mondiaux du ciment – Lafarge, Holcim et Italcementi – ont ainsi vu leur chiffre d'affaires progresser en 2005 respectivement de 11 %, 9 % et 15 % et ils ont poursuivi, en 2006 (pour les neuf premiers mois), une croissance soutenue de 22 %, 10 % et 12 %. Leurs résultats d'exploitation (EBIT) pourraient leur être enviés par de nombreux groupes industriels en atteignant respectivement 21 %, 18 % et 19 % du chiffre d'affaires.

Cette forte progression des résultats résulte à la fois d'une bonne conjoncture de la consommation européenne et mondiale du ciment et d'un processus drastique de restructuration.

Le secteur du ciment européen est certes un secteur intensif en énergie et en émissions de CO<sub>2</sub> mais, en 2005, ce secteur a paradoxalement été un gagnant du système européen d'allocation et d'échange des émissions de CO<sub>2</sub> (système Cap & Trade ETS) en termes de quantités attribuées gratuitement. Le secteur cimentier a en effet été suralloué en quotas d'émissions de CO<sub>2</sub> d'environ 7,2 %, ce qui représente un surplus de 12,1 millions de tonnes CO<sub>2</sub> de droits d'émissions (par rapport à un total de 168 millions de tonnes CO<sub>2</sub> en 2005 émises par le secteur cimentier de l'Union européenne à 25) qui, avec un quota s'échangeant en moyenne à 12,5 euros la tonne en 2005, a représenté une rente potentielle de 151 millions d'euros, soit environ 0,9 % du chiffre d'affaires du secteur cimentier de l'Union européenne à 25.

**Les allocations de droits d'émissions ont  
été inégales selon les pays de l'Union  
européenne**

La contrainte / opportunité carbone directe gérée par les groupes cimentiers dépend fortement de la structuration géographique de leurs sites de production.

Ainsi, le groupe italien Buzzi Unicem a annoncé la vente de quotas d'émissions pour un montant de 26,4 millions d'euros en 2005, au prix d'opportunité de 29 euros / tonne de CO<sub>2</sub> (alors que, le 22 janvier 2007, le cours du quota est tombé à 4 euros / tonne). Le groupe Lafarge a publié des ventes de droits d'émissions de CO<sub>2</sub> représentant environ 1 % de son EBIT.

Cette surallocation générale en Europe masque néanmoins de fortes disparités selon les pays. Sur les 12,1 millions de tonnes en excès en 2005, plus de la moitié sont détenues par des installations allemandes et polonaises. Le solde des surallocations a été octroyé à hauteur de 1,2 million de tonnes aux installations cimentières en Belgique, 0,8 million de tonne à des cimenteries de République tchèque et 0,3 million à celles implantées en France<sup>64</sup>.

Selon maintes analyses réalisées par des fonds d'investissement carbone, les groupes Lafarge, Holcim et Buzzi Unicem apparaissent les gagnants des surallocations octroyées gratuitement par les États, grâce à leurs implantations largement pourvues en quotas en Europe centrale.

Ainsi, en fonction de la structure géographique de leurs implantations en Europe, la situation, le positionnement et la stratégie des groupes cimentiers seront différents vis-à-vis du système européen ETS.

En revanche, Italcementi et Cementos Portland semblent être les perdants du système européen ETS en raison de leur forte exposition en Espagne et en Italie, deux pays qui doivent faire de gros efforts pour atteindre leurs objectifs de Kyoto mais qui, en même temps, sont les deux plus gros producteurs nationaux de ciment en

Europe, portés par une croissance soutenue de l'activité du BTP.

Ainsi, on peut constater que l'Espagne, pourtant en retard par rapport à ses objectifs de Kyoto, a généreusement doté ses cimenteries (3 % d'allocations en surplus), tout en passant des accords de réduction sensible des émissions de CO<sub>2</sub> à la tonne produite entre gouvernement et cimentiers (- 20 % par exemple entre 1990 et 2010 pour les usines en Espagne du groupe suisse Holcim).

Jusqu'à fin 2007, les excédents de quotas d'émissions alloués par les États membres de l'UE devraient se poursuivre avec une légère réduction par rapport à 2005, à cause de la croissance sensible de la production dans certains pays comme la Pologne et l'Espagne.

Le secteur cimentier européen restera suralloué en quotas, avec un excédent estimé par plusieurs fonds d'investissement à 5 à 10 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> dans le périmètre de l'Union européenne à 25, avec un impact positif sur sa rentabilité.

**Le problème potentiel essentiel lié au système européen ETS à gérer par le secteur cimentier est son impact sur le prix de l'électricité. Cet impact serait passé de 14 % des coûts de production du ciment européen à 25 % en 2006, selon une évaluation de Cembureau...**

Les producteurs d'électricité ont augmenté d'environ 10 euros / MWh leur prix en 2005, au titre du coût carbone, entraînant un coût énergétique supplémentaire pour les cimentiers correspondant à 1,5 % du chiffre d'affaires du secteur.

**Le secteur cimentier a toutefois pu compenser ce surcoût d'électricité lié au coût d'opportunité du carbone facturé par les compagnies d'électricité en mettant en œuvre plusieurs mesures, notamment en produisant en interne l'énergie nécessaire, en accroissant la couverture de cette électricité et en répercutant les coûts supplémentaires sur les clients, ce qui leur a assuré d'excellents comptes de résultat.**

<sup>64</sup> Source : CITL.



Or, si l'impact du système européen ETS sur l'activité et les résultats du secteur cimentier est nul ou insignifiant (comme nous l'avons vu précédemment), comment expliquer les positionnements et les réactions virulentes des acteurs industriels de ce secteur à l'encontre de ce système (qui seront analysées précisément ultérieurement), si ce n'est par une stratégie de résistance à toutes actions envisagées à moyen et long terme qui iraient à l'encontre d'objectifs centrés sur des horizons et un timing court-termistes imposés par une structure actionnariale plus exigeante en terme de résultats et de retour très rapide sur capitaux engagés.

## 5.2. Les enjeux sociaux et d'emplois dans le secteur cimentier européen

### Le secteur cimentier européen est une industrie à faible intensité de main-d'œuvre

Ainsi, il n'a mobilisé que 53 300 travailleurs, en 2003 dans l'Union européenne à 25 (comparé aux 120 000 travailleurs du secteur des raffineries pétrolières ou des 380 000 travailleurs de la sidérurgie), en tant qu'industries hautement capitalistiques.

En outre, comparé au secteur cimentier au niveau mondial, qui a mobilisé 850 000 travailleurs en 2005<sup>65</sup>, pour une production mondiale évaluée à 2,3 milliards de tonnes, le secteur cimentier de l'Union européenne à 25 est nettement plus faiblement mobilisateur de ressources humaines, pour une production européenne de ciment évaluée à 241 millions de tonnes en 2005 (soit 221 emplois par million de tonnes produit), contre 370 emplois par million de tonnes produit au niveau mondial.

La faible intensité de main-d'œuvre dans l'industrie cimentière se traduit dans la

structuration des coûts de production du ciment européen, caractérisée par des coûts du personnel représentant seulement 21 % des coûts de production, en 2005<sup>66</sup>, alors que les coûts de l'énergie et des matières premières représentent 38 % de ces coûts de production (combustibles 14 %, matières premières 10 %, électricité 14 %).

En 2006, les coûts d'électricité sont même passés de 14 % à 25 % augmentant d'autant les coûts d'énergie et des matières premières.

### L'emploi est en recul constant depuis l'année 1999 dans le secteur du ciment

Le volume d'emplois a été réduit sensiblement dans l'Union européenne à 25, de 1999 à 2005 (de - 6 290 emplois, soit - 13 %) et de 2003 à 2005 (de - 3 650 emplois, soit - 6,4 %), avec des évolutions contrastées par pays : - 17 % au Royaume-Uni entre 2002 et 2004, - 31 % en Allemagne, - 9 % en France et - 22 % en Hongrie.

Cette évolution négative des emplois dans le secteur cimentier européen résulte d'un processus drastique de restructurations jalonné d'un processus de rationalisation, de fermetures de sites et de délocalisation, accompagné d'une montée en régime des importations en provenance des cimenteries implantées dans le bassin méditerranéen, pour satisfaire un marché européen du ciment en croissance de 5 % (entre 2000 et 2004).

Vingt-sept cimenteries ont ainsi fermé entre 1999 et 2004 dans l'UE à 25 (soit 9 en Allemagne, 5 au Royaume-Uni, 3 en France, 4 en Italie et 4 en Pologne) et deux seulement ont été construites (en Irlande).

Dans les prochaines années, indépendamment des politiques et mesures (P&M) de lutte contre le changement climatique, le volume d'emplois continuera à évoluer négativement si ce processus de restructuration continue ou même s'intensifie.

<sup>65</sup> Source : World Business Council for Sustainable Development, WBCSD.

<sup>66</sup> Source : AIE, *Industrial Competitiveness Under the EU ETS*.



### Des effectifs de plus en plus qualifiés

Si le volume d'emplois a connu un recul depuis plusieurs années dans le secteur cimentier européen, en revanche, le niveau de qualification des emplois s'est accru, consécutivement à l'évolution des process (plus complexe) et à l'amélioration constante de la qualité des produits. L'ensemble des groupes cimentiers ont dû renforcer leur programme de formation pour permettre aux salariés d'acquérir des compétences nouvelles.

### 5.3. Évaluation du potentiel de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> à l'horizon 2012 et 2030 dans le secteur cimentier européen

#### Enjeux technologiques pour assurer une réduction sensible des émissions de CO<sub>2</sub> dans le secteur cimentier à l'horizon 2012

Le secteur cimentier est un secteur traditionnellement peu innovateur (en termes d'investissement R&D dans les produits et les process, ainsi que dans les programmes de formation à l'innovation) ce qui, à moyen et long termes, est un handicap s'il veut s'adapter à une démarche *cost-effective* dans un processus de réduction forte des émissions de CO<sub>2</sub> qui lui serait imposé. Cette faiblesse structurelle est mise en exergue dans le diagnostic établi par le rapport Batelle-WBCSD *Toward a Sustainable Cement Industry*.

Ainsi, en 2005, les deux leaders mondiaux du secteur cimentier, Lafarge et Holcim, ont respectivement consacré seulement 0,3 % et 0,1 % de leur chiffre d'affaires à la R&D, ce qui est très faible et déconnecté des discours diffusés dans leur plan de communication. L'effort de R&D consacré à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> par le leader mondial est évalué – par ce dernier – à 3,4 millions d'euros, soit 0,04 % du chiffre d'affaires correspondant de ses activités Ciment. Seul le groupe italien Italcementi consacre un budget R&D atteignant le seuil de 1 % du chiffre d'affaires (en 2005),

avec un accroissement de 6 % par rapport à 2004, en ayant lancé un ambitieux programme dans les procédés de fabrication alternatifs au ciment Portland.

Le secteur cimentier est responsable de 5 % des émissions totales de CO<sub>2</sub> de l'Union européenne.

Au niveau européen, le facteur carbone du ciment varie selon un ratio compris entre 0,6 et 0,9 tonne de CO<sub>2</sub> par tonne de ciment produite, selon le processus utilisé. Ce facteur carbone résulte de trois éléments :

- le taux d'émissions liées au process ;
- le taux d'émissions liées à la combustion ;
- le ratio clinker/ciment.

#### Les émissions liées au process

La préparation des matières premières à hautes températures, également appelée décarbonatation, lors de la phase de production de clinker, est très intensive en carbone et représente environ 60 % du total des émissions.

#### Les émissions de combustion

La combustion de fuel pour chauffer les matières premières est responsable de 40 % des émissions couvertes par le système ETS. Les actions de réduction significative des émissions de CO<sub>2</sub> dans la production de ciment dépendent donc à la fois du mode d'application de techniques efficaces de production existantes et de l'importance des investissements de R&D (mais aussi de formation) pour développer de nouvelles techniques de production moins polluantes en CO<sub>2</sub>, y compris des techniques en rupture.

Cela nécessite de mener des actions sur deux axes principaux :

- l'efficacité énergétique : en réduisant la quantité de combustible nécessaire pour la fabrication à hautes températures ;
- le changement de combustible : en utilisant des combustibles moins intensifs en carbone tels que le gaz ou les combustibles renouvelables exempts de CO<sub>2</sub> en substitution du coke de pétrole ou du charbon, qui ont un facteur carbone élevé.





### Le ratio clinker / ciment

Les quantités de clinker par tonne de ciment peuvent être réduites en ajoutant des composés minéraux tels que le gypse, les cendres volantes ou les scories de haut fourneau, afin de produire un ciment plus mélangé.

Ajoutés directement au clinker, les composés minéraux permettent également de réduire la consommation d'énergie, même si les exigences de qualité actuelles pour le clinker imposent un niveau plancher de pierre à chaux dans le mix matières premières à 78 %.

### Réduction des émissions de minimum – 30 % à l'horizon 2030 par la mise en œuvre de mesures conventionnelles peu coûteuses recommandées par le WBCSD

Selon le World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), à partir d'une étude de l'Institut américain Batelle, le potentiel de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dans le secteur cimentier – dès l'horizon 2020 et, à coup sûr, en 2030 – est au minimum de 30 %, ce qui se traduit par les actions suivantes :

- émissions liées au process : les émissions de CO<sub>2</sub> pourraient être réduites de – 7 % par des ciments plus mélangés ;
- émissions de combustion : les émissions de CO<sub>2</sub> pourraient être réduites de – 11 % grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique et encore – 3 % supplémentaires seraient réalisés par le recours accru à des combustibles alternatifs exempts de CO<sub>2</sub> ;
- des actions de compensation / substitution de produits et autres actions pourraient contribuer à hauteur de 12 % des réductions d'émissions ;

- les réductions d'émissions de CO<sub>2</sub> liées à des actions sur le système de transport du ciment et du clinker ou sur la production d'électricité plus efficace et à bas carbone auraient des effets évalués seulement à chacun – 1 %.

Le facteur carbone du secteur cimentier varie sensiblement selon les pays et selon les groupes cimentiers.

En matière d'efficacité énergétique, la production de ciment au Japon est la plus performante (3,1 mégajoules par kg de clinker en 2000, contre 4,04 en Europe de l'Ouest).

En matière de taux d'utilisation de combustibles alternatifs exempts de CO<sub>2</sub>, la production de ciment aux Pays-Bas (83 %), en Suisse (48 %), en Allemagne (42 %) en France (34 %), en Belgique (30 %) et en République tchèque (24 %) est plus performante que la moyenne des cimenteries de l'Union européenne à 25 et que des pays comme le Royaume-Uni (6 %), la Hongrie (3 %), la Finlande (3 %), l'Italie (2 %), l'Espagne (1 %) ou la Pologne (1 %).

Le facteur carbone du secteur cimentier varie également selon les groupes cimentiers, en fonction des performances en termes de taux d'utilisation des combustibles alternatifs exempts de CO<sub>2</sub> ou de ratio d'intensité clinker / tonne de ciment. Globalement, en 2005, le groupe cimentier européen le plus efficace en termes de facteur carbone est le Suisse Holcim, avec un taux de 0,635 tonne de CO<sub>2</sub> / tonne de ciment, devant Cementir (0,645 tonne de CO<sub>2</sub> / tonne de ciment), Cementos Portland (0,647 tCO<sub>2</sub> / tonne de ciment), Lafarge (0,670 tCO<sub>2</sub> / tonne de ciment), Buzziunicem (0,677 tCO<sub>2</sub> / tonne de ciment) et Italcementi (0,688 tCO<sub>2</sub> / tonne de ciment)<sup>67</sup>.

---

<sup>67</sup> Source : sociétés citées et SRI-Cheuvreux.

### **Enjeux stratégiques des nouvelles technologies de réduction drastique des émissions de CO<sub>2</sub> (facteur 4) liées aux procédés de fabrication du ciment**

#### ***Quelles sont les nouvelles technologies prometteuses pouvant assurer une réduction forte des émissions de CO<sub>2</sub> dans un avenir non lointain ?***

Des P&M volontaristes en matière de R&D pourraient, à l'horizon 2030, générer des ruptures technologiques *cost-effective*.

Les ruptures technologiques potentielles ne concernent pas seulement les réductions des émissions de CO<sub>2</sub> liées aux énergies de substitution mais aussi et surtout les réductions des émissions liées aux procédés de fabrication :

- à moyen et long termes, nouvelles techniques de capture et de stockage de CO<sub>2</sub> adaptées aux cimenteries ;
- à court et moyen termes, solutions de substitution au ciment traditionnel Portland (CO<sub>2</sub> émis lors de la décarbonatation du calcaire et la production de clinker).

Concernant les nouveaux liants remplaçant le clinker, plusieurs nouvelles technologies sont prometteuses et sont l'objet de projets de R&D ou même déjà d'expérimentation, qui pourraient permettre de réduire très fortement les émissions de CO<sub>2</sub> (jusqu'à - 80 %).

Les ciments à base de puzzolanes (les géopolymères, déjà développés dans le cadre de programmes R&D, Geocistem, financés par la Commission européenne) et les ciments à base de (sulfo) aluminat de calcium (le groupe italien Italcementi a conçu ce nouveau type de liant et prévu d'en commercialiser à partir de fin 2006) font déjà l'objet d'industrialisation ou même de commercialisation.

D'autres nouveaux liants à fort potentiel de développement sont les ciments à base de sulfate de calcium et à base de céramique.

Enfin, les « éco-ciments », invention australienne (entreprise TecEco), représentent, à

plus long terme, un enjeu très substantiel, au-delà des émissions de CO<sub>2</sub> émises par les process de production des cimenteries, car ils absorbent le CO<sub>2</sub> contenu dans l'air en séchant et font des bâtiments de gigantesques puits de carbone.

Afin de s'adapter dans une perspective de réduction très conséquente (scénario type facteur 4) des émissions de CO<sub>2</sub>, plusieurs solutions s'offrent alors à l'industrie cimentière européenne.

L'utilisation d'ajouts (cendres volantes...) est déjà répandue et présente l'avantage de ne nécessiter qu'une adaptation technologique limitée. Mais la résistance du matériau, liée à la part du clinker, laquelle ne peut descendre en deçà d'un certain seuil, ne peut permettre de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> au-delà de 40 %.

À court et moyen termes, les technologies « nouveaux liants » précitées sont des alternatives prometteuses permettant une forte réduction des émissions de CO<sub>2</sub> (jusqu'à 80 %). Elles sont d'autant plus plausibles qu'elles sont adaptables dans les anciennes usines, utilisent des matières premières mondialement répandues et font également preuve de crédibilité scientifique et de fiabilité technologique et industrielle nettement plus importantes que les éco-ciments.

#### ***La mise en œuvre et la montée en régime de nouveaux procédés de fabrication du ciment aux émissions de CO<sub>2</sub> fortement réduites devront faire face à maints obstacles techniques, sociaux et économiques***

#### ***Freins économiques et financiers***

Les cimentiers sont rétifs à l'introduction de ces nouvelles technologies, dans la mesure où ils disposent d'usines optimisées pour la fabrication du ciment traditionnel Portland, lequel est facile à faire et pas cher.

L'industrie cimentière est une industrie fortement capitalistique, nécessitant des investissements à hauteur de 3 à 4 fois son chiffre d'affaires annuel et la durée de vie d'une usine traditionnelle est de 100 ans. Pour cette



raison, il est peu probable, en vertu des seules lois du marché, de voir se développer à court et moyen termes de nouvelles technologies dans les régions où l'industrie cimentière a déjà investi de manière conséquente, telle l'Europe. Les pays émergents échapperaient à cette contrainte économique et financière, car la construction de nouvelles usines y est envisageable *via* (ou non) les mécanismes de développement propre (CDM en anglais) prévus par le protocole de Kyoto.

L'industrialisation à grande échelle de la production de ciment avec de nouveaux liants est la solution paraissant la plus optimale à la fois techniquement (réduction forte des émissions de procédé et qualité du matériau) et économiquement.

Mais financièrement, elle ne pourra potentiellement être mise en œuvre qu'à travers les usines actuelles (ce qui est le cas pour les géopolymères).

Cependant, il est probable que certains investissements marginaux, notamment de transformation et de modification des unités de production, seront nécessaires. Le montant de ces investissements influencera sensiblement la viabilité économique et la mise en place des nouveaux liants par les cimentiers.

Le rôle des pouvoirs publics nationaux et européens pourrait modifier quelque peu les données de cette équation économique.

En outre, la valorisation commerciale des nouveaux procédés pourrait être un facteur de motivation des cimentiers pour investir dans l'innovation des procédés sous certaines conditions.

#### *Autre frein à l'introduction et au développement des nouveaux liants : la question des normes*

Actuellement, les normes imposent des contraintes fortes au niveau de la composition des ciments et limitent donc fortement, voire même interdisent, la mise en place de nouveaux procédés. Le développement de liants réduisant drastiquement les émissions de CO<sub>2</sub> nécessite donc de repenser complètement les normes

dans le ciment en les axant par exemple davantage sur les qualités de structure (propriétés mécaniques et temps de prise) que sur la composition. Le défi de la problématique des normes exige de régler la question de la mobilisation de nombreux acteurs de la chaîne de décision que sont les acteurs industriels, administratifs et politiques.

#### *La formation des managers et des travailleurs*

Les nouveaux liants pourraient rendre l'offre attractive auprès des secteurs clients, mais devront s'accompagner de programmes de formation non seulement pour les managers et les travailleurs des groupes cimentiers, mais aussi pour ceux des entreprises du secteur client (notamment du bâtiment et des travaux publics), sans compter les particuliers.

#### *Enjeu crucial du rôle des pouvoirs publics pour débloquer ces entraves au développement des nouvelles technologies*

Il est clair, au vu de l'ensemble des entraves techniques, économiques et financières, que l'exploitation à grande échelle des technologies cimentières réduisant drastiquement les émissions de CO<sub>2</sub> ne sera pas effective sans l'existence d'une volonté politique forte se traduisant en mesures à la fois contraignantes (quotas, tarification du CO<sub>2</sub>, exigence de nouvelles technologies dans les MDP, révision des normes...) et incitatives (sous forme d'aides publiques aux programmes de R&D et aux programmes de formation...).

### **5.4. Positionnement et stratégie des différentes parties prenantes dans la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dans le secteur cimentier européen**

Le positionnement et la stratégie des groupes cimentiers européens sont non homogènes et différenciés selon les pays et tranchent avec la situation réelle du secteur cimentier européen et avec son potentiel de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> à court et moyen termes.

Les prises de position publiques des groupes cimentiers et de leur association professionnelle européenne Cembureau contrastent avec les analyses faites précédemment.

**Positionnement de l'association professionnelle européenne Cembureau : inflexibilité et prévision de fermetures de capacités de production et de délocalisations pour atteindre l'objectif européen de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>**

Dans son dernier rapport d'activité, Cembureau présente la situation de ses affiliés vis-à-vis des dispositifs européens de Kyoto.

L'industrie cimentière, qui présente un taux élevé d'émissions de CO<sub>2</sub> par unité de vente, n'est pas en position d'acheter des quotas à un prix supérieur à 25 euros. Étant donné l'augmentation de la demande de ciment dans de nombreux pays, le plan plafonné (*Cap & Trade*) du système d'échange de quotas d'émission ETS (Emissions Trading Scheme) mis en place par l'Union européenne prévoit une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> uniquement par la diminution des capacités de production, la fermeture et la délocalisation de cimenteries. Cette approche est clairement inadéquate, puisqu'elle oblige alors à faire venir le clinker ou le ciment de l'extérieur de l'Union européenne et induit, par conséquent, une nette augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> (à cause du transport). En outre, les cimenteries européennes, dont 50 % de la production était parfois destinée à l'exportation, sont en train de perdre leur position sur les marchés mondiaux.

Qui plus est, la crainte exprimée très tôt par Cembureau que le système européen d'échange des quotas d'émissions ETS, entré en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2005, provoque une hausse du prix d'électricité, s'est malheureusement matérialisée : en moyenne, le coût de l'électricité est passé de 14 % à 25 % par rapport au coût total de production du ciment. Cet effet indirect est désormais reconnu par l'Union européenne qui, toutefois, est impuissante et incapable d'apporter des solutions à court et moyen termes.

Cembureau a mis en garde à plusieurs reprises contre le danger de voir les compagnies d'électricité augmenter leurs prix en répercutant le coût du CO<sub>2</sub>, tout en recevant des quotas à titre gratuit, même pour l'électricité générée sans émissions de CO<sub>2</sub>. Cette prédiction s'est malheureusement vérifiée en 2005 et a été reconnue par tous les interlocuteurs, excepté la direction générale Environnement de la Commission européenne.

**D'une attitude de résistance...**

Le positionnement et la stratégie du leader mondial, Lafarge, paraissent équivoques : « *Le groupe Lafarge considère que le système actuel d'échanges des quotas d'émissions de CO<sub>2</sub> pourrait être plus efficace et plus compétitif s'il prenait en compte les actions engagées depuis plusieurs années.*

*Le décalage concurrentiel créé par la valeur du CO<sub>2</sub> dans le système ETS de l'Union européenne avec le reste du monde est très préoccupant pour les activités de Lafarge, vulnérables aux importations.*

*Lafarge estime que les déchets combustibles devraient être considérés comme neutres en termes d'émissions de CO<sub>2</sub>, dans la mesure où leur valorisation en cimenterie contribue à réduire globalement les émissions.*

*Lafarge souhaite qu'aucune restriction ne soit imposée au recours aux mécanismes de flexibilité de Kyoto.*

*Le groupe soutient le concept de « projet domestique » qui permet à un acteur d'obtenir des crédits de CO<sub>2</sub> lorsqu'il investit dans un projet de réduction d'émissions de GES sur le territoire national.*

*Nous sommes favorables à la fixation d'objectifs de réduction, mais plaçons pour qu'ils soient compatibles avec la croissance économique. En ce sens, nous sommes favorables à la fixation d'objectifs unitaires basés sur des standards techniques.» (Lafarge, rapport développement durable).*



### ... à une attitude volontariste

Le groupe Lafarge met également l'accent, dans son dernier rapport d'activité, sur le renouvellement de son partenariat conclu avec l'organisation non gouvernementale WWF en 2001, prévoyant le contrôle par cette dernière des émissions de CO<sub>2</sub> et des progrès de réduction réalisés par rapport aux objectifs définis :

- réduction des émissions spécifiques nettes mondiales de CO<sub>2</sub> par tonne de ciment de 20 % pour la période 1990-2010 (en 2005, la situation était de - 12,7 %) ;
- réduction des émissions brutes absolues dans l'activité ciment dans les pays industrialisés de 10 % pour la période 1990-2010 (en 2005, la situation était de - 8,3 %) ;
- atteinte d'un niveau d'utilisation de matières premières de substitution de 10 % pour l'activité ciment (en 2005, 8,5 %).

Deux types d'actions principales ont été annoncées : des programmes de recherche et un programme d'investissements dans les mécanismes de développement propre.

### Le groupe suisse Holcim, numéro 2 mondial du ciment, met en œuvre une stratégie à géométrie variable

Holcim a accepté de s'engager, en Suisse, à appliquer la convention d'objectifs de branche signée en 2003 entre le gouvernement fédéral et l'association patronale suisse du ciment (Cemsuisse) prévoyant :

- la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> fossiles (résultant de la combustion des énergies fossiles) du secteur cimentier suisse de 44 % entre 1990 et 2010, soit une réduction de 586 kilotonnes CO<sub>2</sub> ;
- la réduction de 30 % des émissions de CO<sub>2</sub> dues au processus de fabrication pour la même période, soit une réduction de 738 Kt de CO<sub>2</sub> ;
- le maintien de la part des combustibles de substitution à 40 % jusqu'en 2010, malgré les incertitudes affectant le marché des déchets.

De la même façon, le groupe Holcim a conclu un compromis avec le gouvernement espagnol et les syndicats (dans le cadre de l'accord-cadre national de lutte contre le changement climatique) pour réduire de 20 % ses émissions de CO<sub>2</sub> spécifiques nettes à la tonne de ciment entre 1990 et 2010.

En revanche, le positionnement et la stratégie du groupe Holcim sont tout autre dans d'autres pays, comme en France.

En effet, la direction d'Holcim exige l'augmentation des quotas d'émissions de CO<sub>2</sub> du plan national d'attribution des quotas (PNAQ) français au nom de sa compétitivité et dénonce l'arrivée à Dunkerque d'un concurrent importateur de clinker en provenance du Maroc considéré comme déloyal, le Luxembourgeois Gamma Logistics Investments, qui mettrait en péril 500 emplois dans ses deux usines du Nord-Pas-de-Calais.

### 5.5. Les scénarios des émissions de CO<sub>2</sub> et du niveau d'emplois à l'horizon 2012 et 2030 dans le secteur cimentier européen

À partir des déterminants affectant les émissions de CO<sub>2</sub>, l'activité et l'emploi dans le secteur cimentier européen, analysés dans les chapitre I et II, nous avons élaboré des scénarios d'emplois BAU et alternatifs à BAU à l'horizon 2012 et 2030.

Pour tous les scénarios, nous sommes partis d'une hypothèse de croissance annuelle modérée de la consommation européenne de ciment (de + 1 à + 2 %), mais absorbant l'effet de réduction de l'emploi par les gains de productivité du travail.



## Le scénario BAU

Le scénario BAU en 2012 et 2030 a toute sa validité, si les mesures de réduction des émissions ne sont pas volontaristes mais, au contraire, laxistes vis-à-vis du secteur cimentier et si, par exemple, le système européen d'échange des quotas d'émissions de CO<sub>2</sub> devient neutre en ne fonctionnant pas correctement, avec un prix du carbone trop bas.

En reprenant les calculs de l'institut IPTS (pour la DG Recherche de la Commission européenne), le scénario BAU aboutit, en 2012, à une augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> de 2,6 % et, à l'horizon 2030, à une augmentation de 5,2 % par rapport à 1990.

À ce moment-là, les P&M en matière d'émissions de CO<sub>2</sub> non seulement ne permettraient pas d'atteindre les objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de l'Union européenne mais n'auraient aucun effet positif ou négatif sur l'emploi dans le secteur européen cimentier.

## Le scénario alternatif n° 1, sans politiques et mesures d'accompagnement

Ce scénario alternatif suppose que les objectifs européens de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> sont atteints aux horizons considérés (- 8 % en 2012 et - 30 % en 2030), mais avec une réduction sévère de la production européenne de ciment liée à un processus massif de délocalisations, de fermetures de capacités et de recours substantiel aux importations pour satisfaire la demande européenne de ciment.

Ce scénario suppose également l'absence de politiques et mesures volontaristes d'accompagnement du secteur cimentier pour lui permettre de réduire sensiblement ses émissions de CO<sub>2</sub> sans mettre en cause sa compétitivité.

Ce processus de réduction de la production européenne de ciment résulterait de l'accentuation de la tendance actuelle aux restructurations liée à des stratégies de rationalisation, de délocalisation et d'augmentation du recours aux importations en provenance du bassin méditerranéen, en raison

des effets pervers induits par le mode de fonctionnement du système européen d'échange des quotas d'émissions dans le secteur cimentier, pénalisant la compétitivité et la rentabilité des groupes cimentiers en Europe et provoquant des choix stratégiques des cimentiers européens à fournir le marché européen par des cimenteries polluantes situées hors de l'Union européenne échappant aux contraintes CO<sub>2</sub>.

Ces hypothèses sont celles émises par l'association européenne des cimentiers Cembureau (exprimant ainsi le positionnement et la stratégie des principaux groupes cimentiers). Cette association considère que le système ETS actuel engendre de multiples effets pervers mettant en danger la compétitivité et la rentabilité des cimenteries européennes, et estime que les réductions des émissions de CO<sub>2</sub> s'opéreront uniquement par la réduction des capacités de production, la fermeture et la délocalisation des cimenteries de l'Union européenne.

Une telle stratégie des entreprises du secteur cimentier européen devrait automatiquement conduire à **une réduction de l'activité et de l'emploi de 8 % en 2012 et de 30 % en 2030, ce qui se traduirait par une réduction de 4 300 emplois environ en 2012 et de 16 000 emplois environ en 2030**, si l'on considère que le rythme de destruction des emplois sera équivalent au rythme de régression du niveau de la production de ciment en Europe.

Cependant, même si la stratégie des acteurs du secteur rend plausible un tel scénario « catastrophe » pour l'emploi, nous estimons que, si nous prenons en compte un ensemble de facteurs économiques, la montée en puissance des importations et des délocalisations doit être sérieusement relativisée, y compris dans le cas où les contraintes CO<sub>2</sub> affaibliraient la compétitivité des cimenteries européennes.

Parmi ces facteurs, l'ensemble des contraintes liées au processus de délocalisation sont à mentionner : prix du transport maritime et terrestre, qui ne peut que s'accroître d'ici à 2012 et surtout d'ici à 2030, avec le prix du baril de pétrole, exigence de réactivité et de qualité substantielle du secteur client





(bâtiment et travaux publics), montant important des investissements, nécessaire limitation géographique des délocalisations qui excluerait les cimenteries d'Europe du Nord de ce processus.

C'est pourquoi ce scénario de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, sans politiques et mesures d'accompagnement, ne nous paraît plausible qu'avec **un impact négatif sur l'activité et l'emploi du secteur cimentier européen nettement moins fort, de l'ordre de 4 % en 2012, 15 % en 2030. Cela se traduirait par une réduction d'emplois moins sévère : 2 100 emplois environ à l'horizon 2012 et 8 000 emplois environ à l'horizon 2030.**

### **Le scénario alternatif n°2, avec politiques et mesures d'accompagnement**

Le scénario alternatif n°2 se caractérise par **un maintien, voire un renforcement, des capacités de production européenne du ciment et donc du volume d'emplois**, et une stabilisation des importations de ciment par la combinaison d'un ensemble de facteurs favorisant ce processus.

Concernant l'évolution structurelle du secteur, des freins aux délocalisations et aux importations deviennent significatifs : coût plus élevé des transports et de l'énergie dans les pays non européens, exigence de réactivité plus forte du marché européen.

Il existe deux types de P&M volontaristes d'accompagnement du secteur cimentier pour réduire sensiblement ses émissions de CO<sub>2</sub> :

- ▶ P&M de nature réglementaire : taxes CO<sub>2</sub> à l'importation de ciment non européen ou dispositifs normatifs d'ajustement aux frontières du même type que ceux que nous proposons pour le secteur européen de la sidérurgie, dispositifs d'encadrement des marchés publics nationaux et régionaux de construction des bâtiments et des infrastructures en intégrant un facteur carbone ;

- ▶ P&M de nature incitative : octroi d'aides fiscales, de financement public et de coordination de programmes R&D de type Ulcos favorisant l'introduction peu coûteuse de nouvelles technologies, de programmes de formation de travailleurs aux nouveaux produits et process de la filière.

Ce scénario est conforme aux hypothèses des travaux cités en référence, qui ne prévoient qu'une légère baisse (- 1,2 %) de la production européenne de ciment pour une hypothèse de prix de 15 euros / tonne de CO<sub>2</sub><sup>68</sup>.

Les cimentiers européens font alors le choix stratégique d'atteindre les objectifs de l'Union européenne de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> (- 8 % en 2012, - 20 % en 2020 et - 30 % en 2030) sans réduire leurs capacités de production européenne et en mettant en œuvre les actions de réduction des émissions prônées par le WBCSD, qui ont l'avantage de n'actionner que des mesures dites conventionnelles et peu coûteuses.

Cependant, l'intensité des P&M publiques nécessaires de soutien du secteur cimentier sera très différente en fonction du seuil visé de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

Le seuil des 30 % semble être crucial (selon le WBCSD et son partenaire expertal, l'institut américain Batelle), puisqu'une réduction de 30 % des émissions de CO<sub>2</sub> est possible en mettant en œuvre des mesures et technologies conventionnelles et peu coûteuses.

### **Au-delà de 2030 : scénario Facteur 4 dans le secteur cimentier européen (- 75 % des émissions)**

En revanche, un objectif de réduction supérieur à 30 %, de type facteur 4 (c'est-à-dire une réduction de - 75 % des émissions) exigera de mettre en œuvre un programme de R&D autrement plus ambitieux, de rupture technologique, tout particulièrement concernant

---

<sup>68</sup> R. Smale, M. Hartley, C. Hepburn, J. Ward, M. Grubb, "The Impact of CO<sub>2</sub> Emissions Trading on Firm Profits and Market Prices", *Climate Policy* 6(1), 2006.

les procédés de nouveaux liants (actuellement en cours d'expérimentation et d'industrialisation, voir précédemment).

Celui-ci devra mobiliser des moyens financiers publics-privés substantiels, des programmes de formation des managers et des travailleurs du secteur cimentier et de son secteur client (bâtiment et travaux publics). Des dispositifs de coopération scientifique, technique et industrielle conséquents pour adapter les entreprises concernées et leurs travailleurs à ces nouvelles filières technologiques et à ces nouveaux modes d'organisation, mais aussi des P&M de régulation (normes d'ajustements aux frontières).

**Si ces conditions sont réunies, le scénario Facteur 4 pourra être mis en œuvre avec un maintien du volume d'emplois actuel.**

Sans ces P&M publiques volontaristes d'accompagnement en termes à la fois de régulation et de soutien du secteur cimentier européen, les groupes cimentiers mettraient en œuvre le même type de décisions stratégiques que dans le scénario alternatif n°1 à une plus grande échelle, ce qui provoquerait l'accentuation d'un processus de destruction massive d'emplois de l'ordre de 20 000 environ, en tenant compte des freins à la délocalisation que nous avons décrits précédemment. Ces décisions stratégiques ne feraient alors qu'intensifier l'impact négatif sur l'emploi engendré par la tendance actuelle, marquée par un processus structurel de délocalisation et de montée en régime des importations.

Tableau III.39. : Évolution de l'emploi dans le secteur du ciment dans l'Union européenne

Nombre d'ETP	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Δ 05/03 (en %)	Δ 05/99 (en %)
EU 15	48 179	46 960	46 401	45 087	44 483	42 642	41 889	-5,8%	-13,1%
EU 25					56 940	54 393	53 286	-6,4%	

Source : Cembureau

Tableau III.40. : Emploi dans le secteur de la production de ciment, de chaux et de plâtre dans dix-sept pays de l'Union européenne

Pays	2002	2003	2004
Allemagne	12 342	12 549	8 535
Belgique		2 812	
Espagne	10 075	10 635	10 279
Finlande			842
France	6 500	6 481	5 945
Hongrie	2 195	1 827	1 717
Italie	11 889	11 909	12 344
Lituanie	765	743	745
Pologne	9 318		
Portugal	1 866	1 858	1 623
République tchèque	2 577		
Royaume-Uni	6 450	4 456	5 339
Slovaquie	2 552	2 573	2 678
Slovénie	974	909	620
Suède	761		846
Bulgarie	3 404	2 969	2 709
Roumanie	7 152	6 510	7 499

Source : Eurostat



Tableau III.41. : Scénarios CO<sub>2</sub> et emplois du secteur cimentier européen à l'horizon 2012 et 2030

	Référence Kyoto	2005	Scénario BAU		SCENARIO n° 1 (sans P&M d'accompagnement)			SCENARIO n° 2 (avec P&M d'accompagnement)		
	1990		2010-12	2030	2012*	2030**	Post- 2030***	2012*	2030**	Post- 2030***
Émissions de CO <sub>2</sub> de l'UE à 25 (en millions de tonnes)	166,8	168,0	171,1	175,5	153,5	116,8	41,7	153,5	116,8	41,7
Indice 100 en 1990	100	101	103	105	92	70	25	92	70	25
Nombre d'emplois ETP dans l'UE à 25		53 300	53 300	53 300	51 170	45 300	33 580	53 300	53 300	53 300
Emplois Indice 100 en 2005		100	100	100	96	85	63	100	100	100

Note : \* - 8% par rapport à 1990 \*\* - 30% par rapport à 1990 \*\*\* - 75% par rapport à 1990

Tableau III.42. : Émissions de CO<sub>2</sub> dans le secteur du ciment : objectifs 2010 et 2030 par rapport au scénario BAU et à la référence de 1990

	1990	2010 BAU	Objectif 2010	Objectif BAU 2010	Objectif 2010	Différence	Objectif facteur 4
	émissions de CO <sub>2</sub> en millions de tonnes	émissions de CO <sub>2</sub> en millions de tonnes	émissions de CO <sub>2</sub> en millions de tonnes	Taux de variation par rapport à 1990	Taux de variation par rapport à 1990	2030 : - 30% par rapport à 1990	- 75% par rapport à 1990
Allemagne	23,2	26,3	26,1	-0,8%	12,5%	16,2	5,8
Autriche	3,5	2,9	2,8	-3,4%	-20,0%	2,5	0,9
Belgique	5,4	8,5	8,3	-2,4%	53,7%	3,8	1,4
Danemark	1,2	1,6	1,4	-12,5%	16,7%	0,8	0,3
Espagne	22,4	23,4	22,9	-2,1%	2,2%	15,7	5,6
Finlande	1,2	1,0	0,9	-10,0%	-25,0%	0,8	0,3
France	16,5	13,5	13,2	-2,2%	-20,0%	11,6	4,1
Royaume-Uni	10,5	10,8	10,7	-0,9%	1,9%	7,4	2,6
Grèce	9,8	9,4	9,2	-2,1%	-6,1%	6,9	2,5
Irlande	1,2	1,8	1,7	-5,6%	41,7%	0,8	0,3
Italie	30,8	29,5	28,9	-2,0%	-6,2%	21,6	7,7
Pays-Bas	2,7	2,7	2,4	-11,1%	-11,1%	1,9	0,7
Portugal	5,2	7,0	6,7	-4,3%	28,8%	3,6	1,3
Suède	1,8	2,0	1,8	-10,0%	0,0%	1,3	0,5
<b>Union européenne à 15</b>	<b>135,4</b>	<b>140,4</b>	<b>137,0</b>	<b>-2,4%</b>	<b>1,2%</b>	<b>94,8</b>	<b>33,9</b>
Chypre	0,8	1,3	1,3	0,0%	62,5%	0,6	0,2
Malte	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0	0,0
Hongrie	3,2	3,6	3,6	0,0%	12,5%	2,2	0,8
Pologne	14,0	12,5	12,4	-0,8%	-11,4%	9,8	3,5
République tchèque	6,3	4,0	4,0	0,0%	-36,5%	4,4	1,6
Slovaquie	2,0	3,0	3,0	0,0%	50,0%	1,4	0,5
Slovénie	1,0	0,9	0,9	0,0%	-10,0%	0,7	0,3
Estonie	0,8	1,7	1,7	0,0%	112,5%	0,6	0,2
Lettonie	2,7	3,1	3,1	0,0%	14,8%	1,9	0,7
Lituanie	0,6	0,6	0,6	0,0%	0,0%	0,4	0,2
<b>Union européenne à 25</b>	<b>166,8</b>	<b>171,1</b>	<b>167,6</b>	<b>-2,0%</b>	<b>0,5%</b>	<b>116,8</b>	<b>41,7</b>
Roumanie	9,5	9,5	9,5	0,0%	0,0%	6,7	2,4
Bulgarie	3,9	4,7	4,7	0,0%	20,5%	2,7	1,0
<b>Union européenne à 27</b>	<b>180,2</b>	<b>185,3</b>	<b>181,8</b>	<b>-1,9%</b>	<b>0,9%</b>	<b>126,1</b>	<b>45,1</b>
Etats-Unis	63,0	80,0	77,6	-3,0%	23,2%	44,1	15,8
Japon	53,2	70,3	69,8	-0,7%	31,2%	37,2	13,3
Canada	10,2	10,5	10,1	-3,8%	-1,0%	7,1	2,6
Russie	65,5	58,6	58,6	0,0%	-10,5%	45,9	16,4
Ukraine	21,3	21,3	21,6	1,4%	1,4%	14,9	5,3

Tableau III.43. : Émissions de CO<sub>2</sub> du secteur du ciment par tonne produite selon les pays et les régions du monde

Pays/Régions du monde	1990	2000
<b>AMÉRIQUE DU NORD</b>	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>
Etats-Unis	0,99	0,99
Canada	0,94	0,91
<b>EUROPE DE L'OUEST</b>	<b>0,85</b>	<b>0,84</b>
<b>EUROPE DE L'EST</b>	<b>0,84</b>	<b>0,83</b>
ex-URSS	0,81	0,81
Autres pays d'Europe de l'Est	0,94	0,89
<b>ASIE</b>	<b>0,91</b>	<b>0,89</b>
Japon	0,73	0,73
Chine	0,95	0,90
Inde	0,98	0,93
Australie & Nouvelle-Zélande	0,80	0,79
Sud-Est asiatique	0,96	0,92
Corée du Sud	0,94	0,90
<b>AMÉRIQUE LATINE</b>	<b>0,86</b>	<b>0,82</b>
<b>AFRIQUE</b>	<b>0,87</b>	<b>0,85</b>
<b>MOYEN-ORIENT</b>	<b>0,87</b>	<b>0,85</b>
<b>MOYENNE MONDIALE</b>	<b>0,89</b>	<b>0,87</b>

Source : Batelle-CSI-WBCSD

Tableau III.44. : Taux d'utilisation des combustibles alternatifs\* dans le secteur du ciment selon les pays

Pays	Taux de substitution
Pays-Bas	83,0
Suisse	47,8
Autriche	46,0
Allemagne	42,0
Norvège	35,0
France	34,1
Belgique	30,0
Suède	29,0
République tchèque	24,0
<b>Moyenne Union européenne</b>	<b>12,0</b>
Japon	10,0
Etats-Unis	8,0
Australie	6,0
Royaume-Uni	6,0
Danemark	4,0
Hongrie	3,0
Finlande	3,0
Italie	2,1
Espagne	1,3
Pologne	1,0
Irlande	0,0
Portugal	0,0
Grèce	<1%

Source : Batelle-CSI-WBCSD

\* Combustibles alternatifs exempts de CO<sub>2</sub>



Tableau III.45. : Potentiel de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> par tonne de ciment en 2020  
par type de mesure technique au niveau mondial

Champ d'action des réductions	Type d'actions	Réduction selon les régions	Taux de réduction
Emissions Process	Ciments mélangés	entre -1 et -35%	-7%
Emissions des combustibles	Efficiency énergétique	entre -5 et -15%	-11%
	Combustibles alternatifs	entre -1 et -7%	-3%
Transport	Efficiency énergétique et biocarburants pour le transport des combustibles et matériaux	< 1%	<1%
Production d'électricité	Production d'électricité plus efficiente et à bas carbone	< 1%	<1%
Compensation / substitution et autres réductions	AFR	entre -6 et -16%	-12%
Total de l'ensemble des actions *		entre -30 et -50%	-30%

Source : Batelle-CSI-WBCSD

\* étant donné les interactions des actions, le total du potentiel de réduction des émissions n'est pas égale à la somme des effets des actions individuelles

Tableau III.46. : Intensité énergétique du secteur du ciment par tonne produite de Clinker  
selon les pays et les régions du monde (en Mj par tonne de clinker

Pays / régions du monde	1990	2000
<b>AMÉRIQUE DU NORD</b>	<b>5,47</b>	<b>5,45</b>
Etats-Unis	5,50	5,50
Canada	5,20	4,95
<b>EUROPE DE L'OUEST</b>	<b>4,14</b>	<b>4,04</b>
<b>EUROPE DE L'EST</b>	<b>5,58</b>	<b>5,42</b>
ex-URSS	5,52	5,52
Autres pays d'Europe de l'Est	5,74	5,20
<b>ASIE</b>	<b>4,75</b>	<b>4,50</b>
Japon	3,10	3,10
Chine	5,20	4,71
Inde	5,20	4,71
Australie & Nouvelle-Zélande	4,28	4,08
Sud-Est Asiatique	5,14	4,65
Corée du Sud	4,47	4,05
<b>AMÉRIQUE LATINE</b>	<b>4,95</b>	<b>4,48</b>
<b>AFRIQUE</b>	<b>5,00</b>	<b>4,75</b>
<b>MOYEN-ORIENT</b>	<b>5,17</b>	<b>4,92</b>

Source : Batelle-CSI-WBCSD

## 6. Le secteur du bâtiment et de la construction

### 6.1. Les scénarios de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dans le secteur résidentiel européen à l'horizon 2012 et 2030

#### Les émissions du secteur du bâtiment

En 2005, les bâtiments représentent 23 % des émissions totales de CO<sub>2</sub> (70 % pour le secteur résidentiel et 30 % pour le tertiaire) et 46 % de la consommation d'énergie finale. Le chauffage représente à lui seul les deux tiers de la consommation et des émissions de CO<sub>2</sub>.

#### Présentation des trois scénarios

L'évaluation prospective des effets sur l'emploi dans le secteur du bâtiment et du logement s'appuie sur trois scénarios.

##### Scénario de référence (BAU)

Ce scénario suppose l'application *stricto sensu* des deux directives européennes existantes : la directive 2002/91/CE relative à la performance énergétique des bâtiments (EPBD) et celle sur les utilisations finales de l'énergie et les services énergétiques, adoptée en décembre 2005.

La directive EPBD devait être transposée dans tous les États membres avant le 4 janvier 2006. Son champ d'application est limité aux bâtiments neufs et existants de plus de 1 000 m<sup>2</sup>. Elle impose des normes minimales (fixées par les pays membres) relatives à la performance énergétique des bâtiments neufs, ainsi que des bâtiments existants lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants, et propose une méthodologie de calcul commune.

Pour les bâtiments neufs de plus de 1 000 m<sup>2</sup>, elle prévoit la réalisation d'une étude de faisabilité technique pour l'intégration d'énergies renouvelables avant le début de la construction.

Elle exige également un contrôle régulier des chaudières et des systèmes centraux de climatisation dans les bâtiments, ainsi que l'évaluation d'une installation de chauffage lorsqu'elle comporte des chaudières de plus de 15 ans.

La directive sur les utilisations finales de l'énergie doit être transposée par les États membres le 17 mai 2008 au plus tard. Elle exige des États membres de réaliser une économie d'énergie de 1 % par an sur une période de neuf ans, soit 9 % entre 2008 et 2017. Elle oblige le secteur public à retenir deux mesures parmi les six préconisées pour parvenir à cet objectif, l'une d'elles consistant à acheter ou à louer des bâtiments efficaces en termes énergétiques.

Ce scénario aboutit à une réduction de 34 millions tonnes de CO<sub>2</sub> par an à l'horizon 2010-2012, soit une réduction de 8 % par rapport au niveau de 1990.

##### Scénario alternatif Eurima

Ce scénario, élaboré par l'association européenne des fabricants d'isolants (Eurima), suppose une révision de la directive européenne EPBD étendant le champ d'application à l'ensemble du parc de logements de l'Union européenne, y compris aux petits logements des familles défavorisées. Dans les dix États membres entrés en 2004, l'objectif est de réduire l'intensité énergétique pour atteindre, en dix ans, le niveau de 94 KWh / m<sup>2</sup> pour les maisons individuelles et de 66 KWh / m<sup>2</sup> pour les logements collectifs.

Ce scénario aboutit à une réduction de 70 Mt de CO<sub>2</sub> par an dans le secteur résidentiel, soit 16 %.

##### Scénario alternatif Facteur 4

L'objectif est une réduction de 75 % des émissions de CO<sub>2</sub> dans le secteur résidentiel à long terme (2030 ou 2050). En moyenne, les logements en Europe consomment 250 KWh / m<sup>2</sup>, dont 200 environ d'origine thermique (chauffage et eau chaude). Pour atteindre le facteur 4, il faudrait passer de 250 KWh / m<sup>2</sup> à 60 KWh / m<sup>2</sup>, et donc diminuer de trois quarts la consommation thermique, pour passer de 200 à 50 KWh / m<sup>2</sup>.





Pour atteindre cet objectif facteur 4 dans le secteur résidentiel, l'amélioration thermique de la totalité du parc existant, qui nécessite des investissements massifs, est incontournable car la construction neuve représente chaque année une part infime du parc existant.

Aujourd'hui, 11 % des ménages en Europe investissent dans des travaux de rénovation pour réduire la consommation énergétique de leurs logements pour une somme de 3 000 euros par logement (soit en moyenne 34 euros par m<sup>2</sup>). Pour atteindre le facteur 4 dans le résidentiel, un montant moyen de 204 euros par m<sup>2</sup> d'investissement (en euros constants de 2006) est nécessaire, sachant que les marges de manœuvre les plus importantes sont celles offertes par les travaux d'isolation thermique des logements de petite surface (source : Cheuvreux), à technologie existante en 2006. Les nouvelles technologies dans les matériaux et équipements énergétiques pourraient, à moyen et long termes, diminuer plus ou moins sensiblement le volume d'investissements nécessaires.

Deux variantes du scénario Facteur 4 sont étudiées. L'une correspond à la mise en œuvre du programme d'amélioration thermique à l'horizon 2050. L'autre fait l'hypothèse d'une mise en œuvre accélérée à l'horizon 2030.

### Les politiques et mesures correspondantes aux trois scénarios

Ces trois scénarios exigeront des politiques et mesures (nationales et européennes ciblées sur l'efficacité énergétique et la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur résidentiel :

- politiques et mesures de nature réglementaire : normes, procédures (bilan énergétique et carbone), taxes ;
- politiques et mesures de nature incitative : dispositifs fiscaux (déductions fiscales, crédits d'impôts, au niveau national et local), facilités de financement des investissements de rénovation thermique (prêts à long terme à taux zéro ou préférentiel octroyés par les systèmes bancaires et les institutions publiques),

certificats d'énergie, création de référentiels (labels HQE, Breeam...) ;

- politiques et mesures pour la promotion des actions de recherche et développement dans le bâtiment et les industries d'équipements et de matériaux de construction ;
- politiques et mesures pour le développement des filières de formation aux nouvelles qualifications et aux nouveaux métiers des acteurs de la filière « bâtiment durable », pour adapter l'offre aux exigences du nouveau marché du secteur résidentiel.

## 6.2. L'impact sur l'emploi dans les différents scénarios

### Méthode

Les évaluations des trois scénarios portent sur les emplois directs « équivalent temps plein » (ETP) dans le secteur du bâtiment. Ces emplois directs intègrent tous les travaux d'isolation thermique et d'efficacité énergétique, c'est-à-dire les travaux d'installation, mais aussi les activités de conception, production et maintenance d'équipements de chauffage et de ventilation à faible consommation énergétique et de régulation thermique, ainsi que les services pour l'économie d'énergie. Ne sont pas compris les emplois liés aux appareils d'éclairage, ni ceux liés à la conception, la production et la maintenance des appareils et équipements électriques ménagers.

Les emplois indirects ne sont pas évalués. Toutefois, nous présenterons, pour nourrir la réflexion, des éléments d'évaluation des emplois selon la méthode définie par une étude britannique de l'association ACE.

### Scénario BAU

Plus des trois quarts (78 %) de la consommation thermique des bâtiments résidentiels et tertiaires concernent des surfaces d'occupations inférieures à 200 m<sup>2</sup> (source : Eurima) qui échappent au champ d'application de la directive européenne de 2002 sur la performance

énergétique des bâtiments. Le scénario BAU prend en compte cette situation qui limite son champ d'application à 22 % du bilan thermique du parc de bâtiments en Europe.

### ***L'impact sur l'emploi pour les pays de l'Union européenne des 15***

Actuellement, dans l'Europe des 15, le secteur du bâtiment réalise un chiffre d'affaires de 910 milliards d'euros en 2004, correspondant à 11,7 millions d'emplois ETP (source : FIEC), soit 78 000  $\square$  de chiffre d'affaires par an et par emploi ETP.

L'application stricte de la directive européenne rend nécessaire la mise en œuvre d'investissements supplémentaires pour un montant de 10 milliards d'euros par an dans le secteur résidentiel de l'Europe des 15 (soit 1,1 % du chiffre d'affaires du secteur).

Avec l'hypothèse d'une fourchette de 160 000 à 500 000  $\square$  par an et par emploi ETP nécessaire pour obtenir le plein effet de la directive, ce scénario aboutit à la création de 20 000 à 62 500 emplois ETP supplémentaires (méthode de calcul Ecofys-Eurima). Cette fourchette variera en fonction du type de matériaux et d'équipements utilisés.

### ***L'impact sur l'emploi des 10 nouveaux États membres***

En 2005, dans les dix États membres entrés en 2004, le secteur du bâtiment a réalisé un chiffre d'affaires de 45 milliards d'euros, correspondant à 1,5 million d'emplois ETP (source : Eurostat).

L'application de la directive rend nécessaire la mise en œuvre d'investissements d'un montant de 1,6 milliards d'euros par an dans l'efficacité énergétique du secteur résidentiel dans les dix États entrés en 2004. Avec l'hypothèse de 35 000  $\square$  par an et par emploi ETP, le scénario BAU aboutit à la création annuelle moyenne de 45 000 nouveaux emplois ETP (méthode de calcul Ecofys-Eurima).

## **Scénario alternatif Eurima**

### ***L'impact sur l'emploi pour les pays de l'Union européenne à 15***

Les investissements nécessaires s'élèvent à 25 milliards d'euros par an (soit 2,8 % du chiffre d'affaires 2004 du secteur), soit un niveau d'investissements 2,5 fois plus élevé que dans le scénario BAU. La réduction des coûts énergétiques obtenue est de 8 milliards d'euros, soit près d'un tiers du montant des investissements.

Avec l'hypothèse d'une fourchette de 160 000 à 500 000  $\square$  par an et par emploi ETP, ce scénario aboutit à la création de 50 000 à 150 000 emplois ETP supplémentaires (méthode de calcul Ecofys-Eurima).

### ***L'impact sur l'emploi des 10 nouveaux États membres***

Les investissements nécessaires s'élèvent à 4,7 milliards d'euros par an (10,5 % du chiffre d'affaires du secteur) qui engendreront la création de 135 000 nouveaux emplois (hypothèse : 35 000  $\square$  par an et par emploi ETP).

Cependant, si les besoins urgents de rénovation des logements étaient satisfaits par des investissements supplémentaires en efficacité énergétique de 3,5 milliards d'euros annuels, ceux-ci n'engendreraient la création que de 20 000 à 50 000 emplois ETP additionnels, car ils nécessiteraient l'intégration de nouveaux matériaux.

## **Scénario alternatif Facteur 4**

En extrapolant les données fournies par l'Ademe, Eurostat, Cheuvreux et la European Property Federation, le marché européen (pour un échantillon de 16 pays de l'Union européenne, cf. *tableau III.41.*) de l'isolation et de la mise en place d'équipements de chauffage à basse consommation énergétique (intégrant des énergies renouvelables) dans le secteur résidentiel devrait atteindre globalement 3 145 milliards d'euros.



La mise en œuvre d'un tel programme se traduit par 73 milliards d'euros d'investissements annuels (c'est-à-dire sept fois plus que le montant d'investissements induit par l'application de la directive 2002) si ce programme s'échelonne sur une période allant de 2006 à 2050, ou à 137 milliards d'euros par an si ce programme s'échelonne entre 2006 et 2030 (c'est-à-dire 14 fois plus que le montant d'investissements induit par l'application de la directive de 2002).

Toutes choses égales par ailleurs, notamment concernant les politiques et mesures publiques, les deux tiers de ce montant devront être supportés par les ménages. Cela nécessitera certainement que l'ensemble des acteurs concernés reconsidère les conditions d'accompagnement des ménages (mais aussi des travailleurs du secteur du bâtiment) pour assurer la mise en œuvre et l'effectivité de ces investissements.

#### **Mise en œuvre sur la période 2006-2050**

Si l'on prend les hypothèses européennes du scénario Facteur 4 (53 000  $\square$  par an et par emploi ETP), les emplois nouveaux générés dans le scénario Facteur 4 en 2050 serait, chaque année, de 1 377 000 ETP pour ces 16 pays.

Pour la Pologne et la Hongrie, les emplois nouveaux générés atteindraient respectivement 117 000 et 48 600 ETP avec l'hypothèse de 35 000  $\square$  par an et par ETP.

#### **Mise en œuvre accélérée (2006-2030)**

Dans cette variante, le secteur européen du bâtiment devra mobiliser un nombre plus conséquent de ressources humaines.

Avec l'hypothèse du scénario Facteur 4 de 53 000  $\square$  par an par emploi ETP, les emplois nouveaux générés s'élèveraient chaque année à 2 585 000 ETP pour ces 16 pays.

Pour la Pologne et la Hongrie, les emplois nouveaux ETP générés s'élèveraient respectivement à 214 300 et 91 430, avec l'hypothèse de 35 000  $\square$  par an et par ETP.

Pour les 11 pays de l'échantillon de l'étude (Allemagne, Belgique, Espagne, Finlande, France, Hongrie, Italie, Pologne, République tchèque, Royaume-Uni et Slovaquie), l'emploi dans le secteur de la construction représente un poids substantiel dans les économies nationales : en cumul, en 2003, ce secteur employait plus de 10 millions de travailleurs avec des évolutions contrastées selon les pays depuis 2002.

#### **Impact sur l'emploi par État membre pour le scénario Facteur 4**

Les efforts d'investissements de rénovation des logements nécessaires pour atteindre l'objectif facteur 4 de 50 KWh / m<sub>2</sub> sont très contrastés selon les pays de l'Union européenne, sous l'effet à la fois des situations thermiques initiales des logements, des comportements des ménages, des solutions innovantes appliquées et des facteurs économiques spécifiques à chaque pays.

Les coûts des travaux nécessaires seront les plus élevés en Finlande (361 euros / m<sub>2</sub>) et en Belgique (333 euros / m<sub>2</sub>), en raison de la forte intensité énergétique des logements dans ces pays.

À l'inverse, les coûts des travaux nécessaires seront plus de quatre fois moindres dans des pays comme l'Espagne (75 euros / m<sub>2</sub>) ou le Portugal (70 euros / m<sub>2</sub>). Cependant, en Italie, ces coûts seront quasiment deux fois plus élevés qu'en Espagne.

Les pays se situant au-dessus de la moyenne concernant les coûts des travaux nécessaires au m<sub>2</sub> pour atteindre l'objectif facteur 4 sont : l'Allemagne (277 euros / m<sub>2</sub>), l'Irlande (267 euros / m<sub>2</sub>), le Royaume-Uni (236 euros / m<sub>2</sub>) et la France (206 euros / m<sub>2</sub>).

Évidemment, l'emploi engendré par les activités de rénovation des logements nécessaires pour relever le défi du facteur 4 sera d'autant plus substantiel que le bilan énergétique et le bilan carbone du parc de logements seront déficients.

Tableau III.47. : Scénario Facteur 4 résidentiel : estimation du marché européen de la rénovation de logements pour réaliser des économies d'énergie et d'émissions de CO<sub>2</sub> de 50 KWh / m<sub>2</sub> \*

PAYS	Emissions 2002 de CO2 totales par an dans les logements million tonnes	Emissions 2002 de CO2 par habitant dans les logements	Surface moyenne des logements m2 2005	Consommation moyenne des ménages (10 9 KWh) 2005	Nombre total de m2 de logement ('000) 2005	Consommation par logement KWh/m2 2005	Consommation thermique par logement KWh/m2 2005	Coût des travaux pour atteindre un objectif de 50 KWh/m2 (EUR05)	TOTAL Investissements de rénovation logements (Billions euros 05)
Autriche	11,3	1,4	90	88,7	307 260	289	231	307,6	95
Belgique	14,3	1,4	86	115,2	374 358	308	246	333,5	125
Danemark	4,6	0,8	109	50,3	270 429	186	149	167,7	45
Finlande	8,5	1,6	76	59,8	182 400	328	262	360,7	66
France	64,7	1,1	88	478,7	2 237 928	214	171	205,9	461
Allemagne	52,0	0,6	86	884,3	3 323 040	266	213	276,9	920
Hongrie	nc	nc	85	77,8	351 560	221	177	215,9	76
Irlande	1,9	0,5	88	31,5	121 880	259	207	267,0	33
Italie	86,0	1,5	90	348,3	2 097 990	166	133	140,8	296
Pays-Bas	14,6	0,9	98	120,7	695 408	174	139	151,1	105
Pologne	39,0	1,0	85	204,1	1 149 625	178	142	156,4	179
Portugal	7,5	0,8	83	36,2	316 728	114	91	70,4	22
Slovaquie	4,9	1,0	85	32,7	163 200	200	160	187,1	31
Espagne	71,3	1,8	85	156,5	1 327 190	118	94	75,4	100
Suède	6,6	0,7	89	86,5	384 925	225	180	220,6	85
Royaume-Uni	49,4	0,8	85	506,2	2 142 680	236	189	236,3	506
<b>TOTAL 16 Pays de l'UE</b> (hors Hongrie)	<b>312,4</b>				<b>15 446 601</b>		<b>200</b>	<b>203,6</b>	<b>3 145</b>

Extrapolations des données de l'Ademe, Eurostat, Chevreux, European Property Federation

\* intégrant tous les travaux d'isolation thermique (y compris la conception, la production et la maintenance d'équipements de chauffage et de ventilation à faible consommation énergétique, ainsi que les services pour l'économie d'énergie). Ne comprend pas les appareils d'éclairage, ni la conception, la production et la maintenance des appareils et équipements électriques ménagers.

**Mode de calcul pour l'évaluation de la création annuelle d'emplois dans le scénario Facteur 4 pour le secteur résidentiel par pays et par an :**

= (Investissements nécessaires au m<sub>2</sub> par an x Nombre de m<sub>2</sub> du parc de logements du pays ) / Ratio moyen : montant des investissements nécessaires en euros pour 1 emploi ETP.



Nous présenterons une évaluation de cet impact sur l'emploi pour un échantillon de pays dont le parc de logements représente une surface de 12,7 milliards de m<sup>2</sup>, soit les trois quarts du parc de logements de l'Union européenne à 25 : l'Allemagne (qui possède le parc de logements le plus important d'Europe avec 3,3 milliards de

m<sup>2</sup>), devant trois pays ayant des parcs identiques en surface existante, la France (2,2 milliards de m<sup>2</sup>), le Royaume-Uni (2,14 milliards de m<sup>2</sup>) et l'Italie (2,10 milliards de m<sup>2</sup>), puis l'Espagne (1,3 milliards de m<sup>2</sup>), la Pologne (1,1 milliard de m<sup>2</sup>), la Belgique (0,4 milliard de m<sup>2</sup>) et la Finlande (0,2 milliard de m<sup>2</sup>).

Tableau III.48. : Évolution de l'emploi dans le secteur de la construction dans onze pays de l'Union européenne

	Allemagne			Royaume-Uni			Italie			France			Espagne			Pologne		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
Emploi dans la construction, dont :	1 824 337	1 697 818	1 568 766	1 307 461	1 322 639	1 347 408	1 574 979	1 705 742	1 728 804	1 470 596	1 494 723	1 306 055	2 189 274	2 310 522	nc	686 791	626 057	613 799
construction d'ouvrages de bâtiment			726 657			742 877			1 022 304			581 458						398 815
Travaux d'installation			452 325			339 028			482 886			320 676						141 828
Travaux de finition			348 332			226 763			176 895			324 603						57 839

	Finlande			Belgique			Tchéquie			Hongrie			Slovénie			Total		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002*	2003**	2004***
Emploi dans Construction, dont :	122 321	123 790	125 976	nc	249 742	nc	393 643	391 447	370 412	240 748	232 348	233 802	65 588	63 780	63 728	9 875 738	#####	7 358 750
construction d'ouvrages de bâtiment			69 669						241 810			127 991			39 945			3 951 526
Travaux d'installation			31 445						61 776			61 002			10 798			1 901 764
Travaux de finition			11 561						42 545			32 836			10 500			1 231 874

Note : \* dix pays \*\* onze pays \*\*\* neuf pays

Emplois ETP créés annuellement par le scénario Facteur 4 dans le secteur résidentiel dans 10 pays de l'Union européenne en fonction du rythme de mise en œuvre du programme d'investissements nécessaire

	Allemagne	France	Royaume-Uni	Italie	Espagne	Belgique	Pologne	Finlande	Hongrie
Investissements Facteur 4 Logement (en Md€)	920	461	506	296	100	125	179	66	76
Investissement au m <sup>2</sup> (en euro)	277	206	236	141	75	334	156	361	216
Investissements annuels horizon 2030 (milliards d'euros)	38,3	19,2	21,1	12,3	4,2	5,2	7,5	2,8	3,2
Investissements annuels horizon 2050 (milliards d'euros)	20,9	10,5	11,5	6,7	2,3	2,8	4,1	1,5	1,7
Emplois directs ETP créés annuellement, à l'horizon 2030									
Méthode de calcul GT France Facteur 4	722 642	362 420	398 113	232 076	79 245	98 113	141 510	52 830	59 755
Méthode de calcul Ecofys-Eurima :									
Minima de la fourchette	76 600	38 400	42 200	24 600	8 400	10 400		5 600	
Maxima de la fourchette	239 370	120 000	131 875	76 875	26 250	32 500		17 500	
Emplois directs ETP créés annuellement, à l'horizon 2050									
Méthode de calcul GT France Facteur 4	394 340	197 680	216 980	126 415	43 396	52 830	77 358	28 302	32 075
Méthode de calcul Ecofys-Eurima :									
Minima de la fourchette	41 800	20 950	23 000	13 400	4 600	5 800		3 000	
Maxima de la fourchette	130 625	65 480	71 875	41 875	14 375	17 500		9 375	

## Analyse de cas : l'Allemagne

### L'« Alliance pour le travail et l'environnement » mise en œuvre depuis 2001

Le cas de l'Allemagne est riche d'enseignements sur la question de l'emploi généré par des investissements de rénovation thermique des logements, à travers l'expérience d'un programme ambitieux lancé en 2001 par l'Alliance pour le travail et l'environnement (*Allianz für Arbeit und Umwelt*).

Cette alliance, créée fin 2000 à l'initiative de la DGB et de ses syndicats affiliés, réunit les syndicats de travailleurs, le gouvernement fédéral allemand, les fédérations d'employeurs concernées (construction, matériaux d'isolation, équipements et installations de chauffage et de climatisation, architectes...) ainsi que des ONG.

Ses objectifs sont multiples :

- rénover 300 000 logements par an ;
- créer 200 000 emplois dans le secteur de la construction, mais aussi dans la conception et la production d'équipements contribuant à la protection de l'environnement, la recherche et le conseil ;
- réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de 2 Mt par an (soit 4 % des émissions annuelles dans les logements en Allemagne) ;
- réduire la facture énergétique pour les locataires et les propriétaires ;
- permettre à l'État d'épargner 4 milliards d'euros liés à la diminution du chômage et à l'augmentation des recettes fiscales et cotisations à la Sécurité sociale.

### Les moyens alloués à ce programme

Depuis 2001, un fonds de 1 milliard d'euros de subsides publiques a permis de mobiliser un volume d'investissements privés d'environ 5 milliards. Entre 2003 et 2005, le gouvernement fédéral a mis à la disposition de l'Alliance 160 millions d'euros supplémentaires entraînant un doublement du volume d'investissements (voir tableau ci-contre).

L'accord gouvernemental CDU-SPD du 11 novembre 2005 a décidé d'abonder ce programme de 1,5 milliard d'euros par an.

### Le mécanisme

Octroi de crédits à taux préférentiel aux propriétaires, locataires ou associations de logements qui soumettent à l'Alliance des projets de rénovation thermique (systèmes d'isolation, de chauffage et d'énergies renouvelables...) en incluant des informations sur la capacité de réduction de consommation d'énergie qui y est liée. Les projets sont sélectionnés prioritairement sur la base de critères d'amélioration de l'efficacité énergétique et de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

### Résultats

En 2004, le gouvernement fédéral allemand a évalué :

- l'application effective du programme à 200 000 logements ;
- la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> à 1 Mt, (soit 2 % des émissions annuelles dans les logements en Allemagne) ;
- la création annuelle d'emplois **additionnels** ETP à seulement 25 000.

Plusieurs facteurs ont pu intervenir pour expliquer cet écart concernant les créations d'emplois liés à ce programme :

- la sévérité de la récession dans le secteur du bâtiment en Allemagne depuis une décennie : entre 2002 et 2004, le volume d'emplois dans ce secteur a ainsi encore été réduit de 255 000 travailleurs (voir tableau), ce qui explique que, au-delà des 25 000 emplois additionnels créés, un nombre important d'emplois (évalué à 116 000 entre 2002 et 2004) a été tout simplement préservé grâce à ce programme ;
- les gains de productivité substantiels obtenus dans le secteur du bâtiment, non seulement grâce à un processus de rationalisation opéré dans ce secteur, mais aussi un processus d'optimisation de l'installation des équipements et des matériaux d'isolation thermique assurée en





amont par les industriels d'équipements et de matériaux dans la conception de leurs produits.

Tableau III.49. : Volume d'investissements annuel du programme allemand « Alliance du travail et environnement » et création d'emplois additionnels dans le secteur du bâtiment

En M€	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Invt fonds publics	200	200	360	360	600	2 100
Invt privés induits	800	800	1440	1 440	2 400	8 400
Invt totaux	1 000	1 000	1 800	1 800	3 000	10 500
ratio invt euro / ETP / an	92 600	42 430	70 000	72 000	72 000	72 000
Emplois additionnels ETP / an créés	10 797	23 569	25 765	24 783	41 670	145 800

### Projet de fonds d'économie d'énergie

Le projet de fonds d'économie d'énergie (Energy Saving Fund) envisagé en Allemagne, qui concernerait plusieurs secteurs à forte intensité énergétique (industrie, tertiaire, administration publique, logement), *via* 12 programmes s'échelonnant entre 2006 et 2030. Il devrait permettre, selon l'étude de Wuppertal Institute pour la Fondation Hans Boeckler (voir rapport national sur l'Allemagne dans le cadre de cette étude) :

- une économie d'énergie de 10 % (soit 75 milliards de KWh de consommation d'électricité et de 102 milliards de KWh de chauffage) de la consommation d'énergie primaire des utilisateurs finaux, soit une économie financière de 9 milliards d'euros ;
- la création à cette fin de 41 700 emplois ETP en moyenne annuelle (dont 12 500 ETP d'artisans opérant essentiellement dans le bâtiment), avec un maximum de 75 000 emplois ETP en 2015

## 6.3. Les gagnants et les perdants des politiques et mesures en matière d'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel

### Intensité du facteur travail

Les emplois générés par les investissements en efficacité énergétique dans le secteur résidentiel-tertiaire sont supérieurs à ceux créés dans le secteur de la production d'énergie hautement capitalistique et à faible intensité de main-d'œuvre, tant sur le plan des emplois directs (secteur du bâtiment et industries de matériaux de construction et d'équipements thermiques) qu'indirects (secteur des biens de consommation courante), et ce grâce aux gains de facture énergétique des ménages.

L'investissement dans l'efficacité énergétique du secteur résidentiel crée des emplois en nombre plus important que dans d'autres secteurs.

### Les emplois directs créés

Ils l'ont été :

- dans les industries d'équipement et de matériaux, production et distribution de matériaux de construction isolants (double vitrages, laine de verre...) et d'équipements économisant l'énergie (chaudières à basse température ou à condensation, appareils de régulation thermique, appareils et systèmes de production de chaleur à énergie renouvelable) ;
- dans les grandes et petites entreprises du secteur du bâtiment pour la construction, l'installation et la maintenance des matériaux et équipements nécessaires à l'efficacité énergétique du logement.

Les grandes entreprises sont davantage positionnées sur la construction neuve et les petites sont dépendantes des grandes pour la construction neuve, mais indépendantes sur le marché de la rénovation du parc de bâtiments existants. Il semble qu'il y ait un manque de motivation et de préparation des

entreprises du secteur du bâtiment à relever le défi du facteur 4 dans le secteur résidentiel existant, alors qu'elles sont plus motivées financièrement par la démarche Haute Qualité environnementale (HQE) dans la construction neuve ;

- les activités de management, d'administration et de contrôle des programmes d'investissement d'efficacité énergétique sont assurées par les agences publiques, des entreprises énergétiques privées ou publiques ou une combinaison de ces acteurs ;
- les activités de services pour optimiser les économies d'énergie : conseil, diagnostic-audit, marketing.

Un maximum d'emplois a été créé dans les deux premières catégories, c'est-à-dire des activités manuelles.

Au Royaume-Uni, ces emplois manuels ont été créés dans des zones très diverses, mais surtout dans des zones où les logements étaient habités par des populations socialement défavorisées et où le taux de chômage de longue durée était le plus élevé, ce qui a nécessité des programmes de formation pour ces chômeurs, afin qu'ils occupent les emplois créés.

Les emplois directs créés pour la construction neuve (généralement les grosses entreprises du bâtiment) et la rénovation des bâtiments existants (généralement les petites entreprises du bâtiment dispersées dans les économies locales) sont caractérisés par leur caractère non délocalisable.

#### Les emplois indirects créés

Ces emplois sont l'objet de maintes études au Royaume-Uni par l'évaluation de l'effet multiplicateur de l'investissement d'efficacité énergétique. Le DFEE britannique (ministère du Travail et de l'Emploi) avait estimé, en 1996, que ce type d'investissements avait un effet positif sur l'emploi au niveau de l'économie locale, de l'ordre de 17 emplois indirects pour 100 nouveaux emplois directs créés.

L'impact important de l'investissement d'efficacité énergétique sur l'emploi indirect n'est pas seulement dû à l'effet de pouvoir

d'achat additionnel induit par la création d'emplois directs, mais aussi au pouvoir d'achat supplémentaire de biens de consommation courante dégagé par les réductions de facture énergétique des ménages.

Toutefois, cet effet dépendra du montant de l'investissement, de son mode de financement, de son temps de retour et de la situation de confort thermique initiale de ces logements.

Ces emplois indirects peuvent s'échelonner sur plusieurs années après la création des emplois directs liés aux travaux de construction ou de rénovation.

#### Les pertes d'emplois dans le secteur de la production d'énergie

Des pertes d'emplois dans le secteur de la production d'énergie (électricité, fuel, gaz, charbon) peuvent être engendrées par les économies d'énergie réalisées dans le secteur résidentiel ou tertiaire, mais elles seront limitées, étant donné le caractère hautement capitalistique et faiblement intense en main-d'œuvre du secteur.

Les professionnels (constructeurs, installateurs, industriels des matériaux de construction et d'équipements thermiques...) adoptent une démarche de résistance au changement vers le développement des bâtiments durables.

### 6.4. Les enseignements de l'étude ACE : impact sur l'emploi des politiques et mesures en matière d'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel

#### Objectif et méthodologie de l'étude ACE

Cette étude, réalisée en 2000 par l'association britannique ACE (Association for the Conservation of Energy) en partenariat avec neuf instituts et centres de recherche nationaux de l'Union européenne, a été financée par la Commission européenne (DG TREN, programme Save).



L'objectif de cette étude a été de fournir aux décideurs politiques des outils d'évaluation des impacts locaux et nationaux sur l'emploi des programmes d'investissements d'efficacité énergétique par secteur (résidentiel, tertiaire, industrie, administration publique) et par type de politiques et mesures publiques, sur la période 2000-2010, à partir de programmes d'investissements d'efficacité énergétique lancés en 1995.

Les politiques et mesures prises en compte incluent les incitations et aides fiscales, la réglementation, les campagnes d'information, de sensibilisation et d'éducation-formation aussi bien des ménages-utilisateurs que des décideurs et des travailleurs.

Elle a procédé par l'analyse de 44 études de cas (dont 20 portant sur le secteur résidentiel) dans 9 pays (Allemagne, Royaume-Uni, France, Espagne, Finlande, Autriche, Pays-Bas, Irlande, Grèce). Cette approche a été complétée par une évaluation des emplois indirects par une modélisation *input-output* au niveau national et par une modélisation d'équilibre général au niveau européen.

Les impacts directs et indirects sur l'emploi ont été quantifiés :

- les impacts directs sont ceux liés aux activités de production, d'installation et d'utilisation des produits et procédés d'efficacité énergétique et à la gestion du programme de promotion de ces investissements ;
- les impacts indirects sont ceux liés au changement de structure des dépenses des bénéficiaires de la réduction des factures énergétiques en faveur des secteurs fournisseurs (biens de consommation courante ou durable), dont le contenu en main-d'œuvre est supérieur à celui du secteur de production-distribution d'énergie.

### Analyse des politiques et mesures et de leur impact sur l'emploi

Les gains d'emplois engendrés par les actions d'efficacité énergétique dans le résidentiel sont supérieurs à ceux constatés dans les autres secteurs. Néanmoins, les investissements d'efficacité énergétique dans le résidentiel sont plus coûteux, compte tenu du retour sur investissement moins long dans les autres secteurs (industriel, tertiaire, administration publique). Ce retour sur investissement dans le résidentiel varie entre 18 à 39 ans selon les politiques et mesures.

Même si l'emploi n'est pas la motivation majeure de la décision et des politiques et mesures publiques en matière d'efficacité énergétique dans le résidentiel, les impacts sur l'emploi sont conséquents, étant donné que les secteurs du bâtiment et des équipements thermiques à énergies renouvelables sont à haute intensité de main-d'œuvre, avec des emplois non délocalisables et insérés dans le tissu local et régional. L'étude ACE constate que, dans ces économies locales, les besoins de formation adaptée sont substantiels, tant pour les travailleurs que pour les managers.

Sans politiques et mesures publiques volontaristes, les opportunités d'emploi que représentent les investissements d'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel ne décolleront pas, d'autant que d'autres handicaps pèsent sur ce secteur (budget insuffisant des ménages, système bancaire peu motivé).

Par million d'euros d'investissements (public et privé) dans des programmes d'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel, le nombre d'emplois additionnels créés varie en moyenne entre 11,3 ETP (88 495 euros par emploi ETP et par an) et 13,5 ETP (soit entre 74 074 euros par ETP), selon le type de politiques et mesures menées : fiscales, normatives-réglementaires, informatives-éducatives-formatrices et promotrices de R&D.

Tableau III.50. : Évaluation par l'étude ACE de l'impact sur l'emploi des P&M publiques d'efficacité énergétique par type de P&M et par secteur  
(résidentiel par rapport aux secteurs tertiaire et industriel, moyenne à partir de 44 études de cas nationaux)

Type de Politiques & Mesures	Total des investissements (en M€)	Investissement moyen par an (en M€)	Contribution de l'Etat (en %)	Payback (en nombre d'années)	Montant de l'investissement par emploi ETP créé (en K€)	Emplois ETP par million d'euros investi	Emplois ETP par million d'euros investi par l'Etat
<b>P&amp;M Fiscales</b>							
Secteur Résidentiel	8,2	8,0	77,0	18,0	13,5	74,1	22,5
Secteur Tertiaire (commercial, administration publique)	14,6	6,7	13,0	12,3	9,0	111,1	49,8
Secteur industriel	18,5	9,3	14,0	6,6	3,8	263,2	21,1
<b>P&amp;M Réglementaires</b>							
Résidentiel	2 030,0	119,2	0,5	24,5	11,3	88,5	2 260,0
<b>P&amp;M Information/Education/Formation</b>							
Secteur Résidentiel	4,8	1,6	8,0	39,0	14,0	71,4	940,0
Secteur Tertiaire (commercial, administration publique)	9,8	5,5	10,0	2,6	8,6	116,3	86,0
Secteur industriel	5,3	1,4	12,0	2,6	11,8	84,5	100,0
<b>Autres P&amp;M</b>							
Maîtrise demande d'énergie des producteurs d'énergie	7,8	6,0	8,0	5,6	8,8	113,6	120,0
Programmes institutionnels	6,6	1,7	15,0	5,5	13,0	76,9	86,7

Emplois directs inclus

Source : ACE

Tableau III.51. : Évaluation par l'étude ACE de l'impact sur l'emploi des P&M fiscales nationales par type de P&M dans le secteur résidentiel à partir d'un exercice de modélisation

	Total des investissements (en M€)	Investissements annuels (en M€)	Contribution de l'Etat (en %)	Montant annuel des investissements par emploi ETP créé (en K€)	Emplois ETP par million d'euros investi annuellement	Emplois directs par million d'euros investi annuellement	Emplois indirects par million d'euros investi annuellement	Emplois ETP / an par million d'euros investi par l'Etat
HEES (1991-1996)	412,0	68,7	100%	107,2	9,3	4,6	4,7	9,3
Heatwise (1996)	3,0	3,0	100%	70,4	14,2	14,2	0,0	14,2
Standard of Performance (1994-1998)	125,0	25,0	0%	108,7	9,2	2,5	6,7	pas de dépenses publiques
Building Regulations (1996-1997)	76,0	38,0	nd	44,1	22,7	17,3	5,4	nd

Source : ACE



Les politiques et mesures fiscales en termes d'efficacité énergétique créent davantage d'emplois dans le secteur résidentiel que dans les autres secteurs (industrie, tertiaire, administration publique).

Toutefois, globalement, en termes d'investissements d'efficacité énergétique dans le résidentiel, les actions d'information, de sensibilisation et de formation sont considérées comme les plus créatrices d'emplois : 14 ETP par million d'euros contre 13,5 ETP pour les politiques et mesures fiscales et 13,0 ETP pour les programmes institutionnels de R&D. Néanmoins, cet impact sur l'emploi est considéré plus incertain que les autres actions publiques.

Comparé aux montants des investissements publics, les créations d'emplois liées aux politiques et mesures fiscales sont moindres que pour les politiques et mesures de nature normative et réglementaire ou les politiques et mesures d'information-sensibilisation qui nécessitent, comparativement, des dépenses publiques négligeables.

L'impact net des politiques et mesures fiscales est très contrasté selon les pays (cf tableau III.45.) :

- des gains nets d'emplois ont été constatés pour les projets en France et au Royaume-Uni (respectivement 12,9 ETP net et 14,2 ETP net par million d'euros investis) ;
- une perte nette en Allemagne (9,5 ETP par million d'euros investis) dans le cadre du programme allemand « KfW CO<sub>2</sub> Reduction », les emplois directs créés dans les secteurs du bâtiment et des industries de matériaux et d'équipements n'ayant pas compensé les pertes d'emplois dans la production d'énergie, et les secteurs de biens de consommation courante n'ayant pas bénéficié d'une augmentation de pouvoir d'achat générée par les économies d'énergie potentielles.

L'impact des politiques et mesures réglementaires sur l'emploi est plus conséquent quand elles s'appliquent au bâtiment existant qu'à la construction neuve.

Les programmes d'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel sont davantage créateurs d'emplois et moins coûteux quand ils sont menés au niveau régional qu'au niveau national.

### **Évaluation qualitative des impacts sur l'emploi des politiques et mesures en faveur de l'efficacité énergétique résidentielle**

La durée de vie des programmes d'investissements d'efficacité énergétique dans le résidentiel varie de 1 à 10 ans en moyenne. Les emplois créés sont généralement d'une durée équivalente à celle des programmes, sauf au Royaume-Uni où la durée des contrats de travail peut varier en fonction des incertitudes et vicissitudes des financements de ces programmes.

Les contrats de travail sont généralement de durée temporaire, mais de nombreux programmes s'étendent sur une durée suffisamment longue pour permettre de considérer ces contrats comme *de facto* permanents.

Nombre de systèmes nationaux d'efficacité énergétique résidentielle ont pour objectif de stimuler le marché de la rénovation thermique des logements à long terme, afin d'assurer une permanence dans la capitalisation du savoir-faire dans la production, l'installation et la maintenance.

On estime que 50 à 90 % des nouveaux emplois créés l'ont été dans des fonctions manuelles telles que des travaux de livraison et d'installation de matériaux et d'équipements. Le reste concerne des fonctions de management, administratives et de conseil-audit-diagnostic et de R&D.

Les niveaux de salaires annuels des emplois créés dans les neuf pays étudiés se situent dans une fourchette allant de 22 000 à 45 000 euros. La part des salaires dans les dépenses des programmes d'efficacité énergétique varie sensiblement, de 12 % à 76 %.

Le modèle *input-output* a évalué les effets distinctifs des impacts des politiques et mesures



sur l'emploi entre le court et le long terme, le direct et l'indirect.

Globalement, les politiques et mesures à destination du secteur résidentiel induisent un niveau élevé d'emplois directs. L'emploi créé est d'autant plus souhaitable qu'il est dispersé géographiquement (en contraste avec les emplois dans la production d'énergie) et qu'il peut mobiliser des petites entreprises locales. Cependant, les investissements étaient d'un coût élevé dans de nombreux cas étudiés.

La modélisation *input-output* démontre que la redistribution des ressources financières économisées sur les réductions de factures énergétiques des ménages est une source substantielle de gains nets d'emplois non délocalisables, surtout dans des petites entreprises de dimension locale

Les emplois directs créés sont relativement de faible qualification, mais ne sont pas pour autant non qualifiés, et les programmes d'efficacité énergétique résidentielle nécessitent des programmes de formation significatifs et appropriés sans lesquels ils seraient inopérants.

### **La contribution de l'efficacité énergétique à la réduction de la pauvreté énergétique et à l'insertion sociale : les programmes Hees et Heatwise au Royaume-Uni**

#### **Les objectifs des programmes**

L'objectif des programmes gouvernementaux d'efficacité énergétique dans le résidentiel au Royaume-Uni a été avant tout de réduire les difficultés financières de plusieurs millions de ménages dont les budgets modestes sont amputés par les lourdes factures énergétiques dues à la faible efficacité énergétique des logements (« *fuel poverty* »).

Bien que cela n'ait pas été leur objectif, les investissements dans l'efficacité énergétique ont créé des emplois et ont dû inclure des formations pour accroître les niveaux de qualification nécessaires à la réalisation des travaux demandés, dans la mesure où beaucoup d'emplois manuels ont été créés dans les zones

où le taux de chômage de longue durée était élevé.

#### **Les investissements réalisés**

Le programme Hees (Home Energy Efficiency Scheme), lancé en 1991 et renouvelé en 2000, a reçu 412 M€ en six ans. La totalité du coût des améliorations d'efficacité énergétique est subventionnée. Le montant moyen de la subvention publique par ménage est estimé à 600 livres environ. HEES a engendré finalement des économies d'énergie annuelles évaluées à 720 GWh, soit environ 25 millions d'euros, et un retour sur investissement de 17 ans.

Le projet Heatwise a été mis en œuvre entre 1983 et 1996, essentiellement à Glasgow. Il était centré à la fois sur des travaux d'isolation thermique des logements anciens de familles défavorisées, des prestations d'audit énergétique, ainsi que des campagnes d'information, d'échanges d'expériences et de formation sur l'efficacité énergétique à destination non seulement des travailleurs concernés, mais aussi des ménages résidents, des écoliers, étudiants et des enseignants. En 1996, le projet s'est concrétisé par l'isolation extérieure de 186 logements et l'isolation intérieure de 37 lofts, de travaux de ventilation de 2 347 maisons et de prestations de services énergétiques (diagnostic, conseil) occasionnant 2 900 visites.

#### **Création d'emplois directs**

Ces programmes démontrent qu'un programme d'investissement d'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel est une opportunité pour développer des emplois (créations temporaires pendant la durée des travaux), des qualifications et de la formation qualifiante pour des chômeurs de longue durée dans des zones d'habitation socialement défavorisées.

Dans la période 1991-1996, le programme Hees a créé 640 emplois par an (750 ETP en 1996, soit 9,3 ETP par million d'euros investi) mais, en 1997, la réduction forte du budget du programme (– 30 %) a engendré de nombreuses suppressions d'emplois résultant des défaillances d'entreprises du bâtiment agréées par Hees, dont l'activité dépendait de 50 à 75 % de ce





programme public, mais aussi des difficultés économiques rencontrées par les entreprises industrielles produisant les matériaux d'isolation et les équipements thermiques.

Dans la même période, 2 000 travailleurs ont pu bénéficier de formations qualifiantes dans le cadre de ce programme d'investissements.

Le bilan emplois du projet Heatwise montre que 84 chômeurs de longue durée – formés préalablement dans le cadre du projet Heatwise par un groupe de formateurs *ad hoc* – ont exercé un emploi ETP d'un an en 1995 et 1996, soit la création de 42 emplois ETP directs par an. Parallèlement, 194 personnes ont été formées pendant ces deux années.

Depuis le début du projet Heatwise, 2 000 personnes au chômage de longue durée et déqualifiées ont pu être formées et accroître notablement leur employabilité. Les deux tiers d'entre elles ont pu, après avoir bénéficié du programme Heatwise, retrouver un emploi et, pour la moitié d'entre elles, un emploi à temps

plein et à durée indéterminée, et ce grâce à la fois à la formation acquise et à l'expérience de travail capitalisée pendant l'année de contrat Heatwise.

### Création d'emplois indirects

Un point commun des deux programmes est que 50 % à 100 % de l'amélioration de l'efficacité énergétique n'ont pas été utilisés par les ménages pour accroître leurs dépenses de biens de consommation courante, mais uniquement pour augmenter la température de leur logement. De ce fait, les emplois indirects créés ont été négligeables.

En conclusion, ces projets ont eu une efficacité sociale (meilleur confort thermique des ménages, création d'emplois, formation qualifiante et meilleure insertion sociale) plus substantielle que leur efficacité énergétique. Ils peuvent être cependant une mesure efficace pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> à long terme si les ressources financières dégagées sont suffisantes.

**Tableau III.52. : Programme d'investissements d'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel au Royaume-Uni dans les années 1990 et impact sur l'emploi direct et indirect (investissements privés inclus) d'après les données de l'étude européenne ACE**

Nature du Programme	TOTAL Investissements en millions d'euros	Investissements annuels en millions d'euros	Contribution de l'État en %	Montant annuel Investissements par emploi ETP créé (en Keuros)	Emplois ETP par million d'euro investi annuellement	Emplois directs par million d'euro investis annuellement ETP/an	Emplois indirects par million d'euro investis annuellement ETP/an	Emplois ETP/an par million d'euro investis par l'État
<b>HEES (1991-1996)</b>	412,0	68,7	100%	107,2	9,3	4,6	4,7	9,3
<b>HEATWISE (1996)</b>	3,0	3,0	100%	70,4	14,2	14,2	0,0	14,2
<b>SOP (1994-98) (Standard Of Performance)</b>	125,0	25,0	0%	108,7	9,2	2,5	6,7	pas de Dépenses publiques
<b>BUILDING REGULATIONS (1996-97)</b>	76,0	38,0	nd	44,1	22,7	17,3	5,4	nd

Source : ACE

### **6.5. Développer une stratégie de R&D mobilisant l'ensemble des acteurs de la filière bâtiment et créant des emplois hautement qualifiés**

La R&D appliquée aux matériaux de construction et aux équipements de chauffage et de ventilation à partir des énergies renouvelables sera un enjeu important pour améliorer la performance énergétique, mais aussi économique et financière, des investissements d'efficacité énergétique.

D'une manière générale, la R&D en faveur de l'efficacité énergétique des bâtiments est faible et mal exploitée en Europe. Elle ne motive pas ou peu les acteurs de la filière bâtiment, alors que les potentialités du secteur sont considérables.

La technologie est déjà susceptible de répondre aux enjeux environnementaux et de l'efficacité énergétique concernant directement le secteur du bâtiment. Toutefois, les innovations ont le plus grand mal à s'imposer, s'agissant aussi bien des matériaux de construction et d'isolation que des équipements thermiques ou de l'introduction des énergies renouvelables, car les résistances au changement sont fortes dans ce secteur.

Le secteur du bâtiment est caractérisé par la prédominance d'entreprises de petite taille n'ayant généralement pas investi en R&D et qui sont lentes à acquérir les connaissances techniques nouvelles. Il est donc nécessaire que les pouvoirs publics soutiennent la R&D environnementale et énergétique et la diffusion des technologies dans l'ensemble du secteur.

En établissant un partenariat étroit avec les associations d'entreprises du bâtiment, il serait possible d'appliquer avec davantage d'efficacité

les programmes publics soutenant la R&D et la diffusion des techniques environnementales nouvelles et d'atteindre ainsi un plus grand nombre d'entreprises géographiquement dispersées dans le secteur.

Maints gouvernements en Europe – et tout particulièrement en France, au Royaume-Uni et en Allemagne – ont pris conscience de la faiblesse de l'innovation dans ce secteur. Ils souhaitent, la construction de parcs de bâtiments à bilan énergétique primaire ou à émission de CO<sub>2</sub> nuls, voire de bâtiments à énergie positive qui pourraient servir de vitrine. Cette démonstration des potentialités actuelles de la science permettrait de préparer et d'accompagner la nécessaire rupture technologique à engager à grande échelle dans les bâtiments tant existants que neufs pour atteindre les objectifs du facteur 4 avant 2050.

En France, l'État a dû ainsi impulser un programme de R&D intitulé Prebat (Programme national de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans les bâtiments) prévu par le plan Climat France pour une durée de 5 ans (2005-2010), évalué à 20 M€ en 2006 et financé à 100 % par les fonds publics.

Son objectif est d'identifier le développement de toutes les formes d'innovation et d'aider à la réalisation de bâtiments aptes à démontrer la capacité des bâtiments réhabilités à diviser par quatre leurs émissions de CO<sub>2</sub> ou à des bâtiments neufs réduisant de 7 à 8 fois ces mêmes émissions, voire même étant producteurs nets d'énergie.

Les programmes R&D en matière d'efficacité énergétique devraient bénéficier du soutien du PCRD communautaire.

Les enjeux de création d'emplois de chercheurs et d'ingénieurs dans les centres de recherche et les bureaux d'études sont importants.



## 6.6. Les enjeux de la formation des travailleurs de l'ensemble de la filière intervenant dans l'amélioration de l'efficacité énergétique des logements

Les besoins de formation de la filière efficacité énergétique des bâtiments ont été analysés en profondeur au Royaume-Uni et en France.

### Royaume-Uni

Dans le cadre de l'objectif de réduire de 60 % les émissions de CO<sub>2</sub> à l'horizon 2050 dans le bâtiment et de la stratégie dite « 40 % House Project » définie dans le Livre blanc de 2003, les besoins de formation ont été analysés et évalués, et des programmes expérimentés.

Le gouvernement britannique a mandaté des missions successives<sup>69</sup> afin de définir les mesures adéquates pour développer l'efficacité énergétique des bâtiments au Royaume-Uni et, tout particulièrement, en matière de formation des acteurs concernés.

Ces deux études établissent des constats et des recommandations semblables :

- pour relever le défi de l'objectif de réduction de 60 % des émissions de CO<sub>2</sub> dans le bâtiment au Royaume-Uni en 2050 – c'est-à-dire rénover 25 millions de logements et remplacer 50 millions de systèmes de chauffage fonctionnant aujourd'hui essentiellement au gaz ou au fuel en introduisant des technologies à faible ou à zéro émissions –, la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences dans la filière professionnelle concernée représentera un enjeu crucial ;
- il y aura d'énormes opportunités, ainsi que d'énormes risques, pour l'ensemble des professionnels concernés par ce défi en

termes d'activité, d'emplois, de qualifications et de formation ;

- les questions de ressources humaines, sous-estimées par la majorité des professionnels concernés, sont une entrave significative à la transformation du secteur résidentiel en secteur nettement moins émetteur de CO<sub>2</sub> ;
- les professionnels du bâtiment et des industries de matériaux et d'équipements thermiques sont généralement rétifs au changement, à l'innovation et à la formation continue. Des mesures réglementaires sont donc nécessaires pour pousser ces acteurs à innover et à développer des programmes de formation adaptés. Par exemple, au Royaume-Uni, les nouvelles constructions à partir du 1<sup>er</sup> avril 2005 doivent obligatoirement être équipées en chaudières à condensation. Pour cela, un module de formation a été auparavant mis en place par l'État avec l'objectif de former 70 000 installateurs à ces technologies. Or, en 2005, 30 % seulement de cet objectif avait été atteint, selon Energy Saving Trust ;
- l'enjeu est le même pour la formation des inspecteurs et auditeurs en efficacité énergétique ;
- en outre, ce secteur professionnel est très atomisé dans ses comportements et a des difficultés à développer des relations de partenariat entre les différents acteurs, tant pour des actions de R&D que de formation ;
- les programmes de formation en quantité et qualité suffisantes devront concerner tous les acteurs de la filière élargie du bâtiment durable, les pouvoirs publics finançant les programmes et les professionnels de la formation, et en y impliquant même les chercheurs en nouvelles technologies de construction et de rénovation thermique des bâtiments ;
- le secteur public doit jouer un rôle clé de leadership en mettant en œuvre des projets de démonstration non seulement de logements à faibles émissions de CO<sub>2</sub>, mais aussi de démonstration de programmes de formation adaptés aux enjeux ;

<sup>69</sup> Rapports Egan en 1998, *Rethinking Construction*, et 2004, *Skills for Sustainable Communities* ; rapport de l'institut universitaire ECI, Environmental Change Institute, Université d'Oxford, en 2005.

- les programmes de formation ne devront pas se limiter aux travailleurs des entreprises concernées, mais s'adresser aussi à l'ensemble des acteurs concernés par l'habitat et l'urbanisme, même si le contenu devra être moins technique mais davantage d'ordre organisationnel, économique et comportemental : fonctionnaires et décideurs des collectivités locales, comités de quartier et de résidents, journalistes, enseignants-éducateurs, écoliers et étudiants, résidents eux-mêmes.

### En France : avis et recommandations du Conseil économique et social

Le Conseil économique et social, en réponse à une saisine gouvernementale<sup>70</sup>, a mis l'accent sur les enjeux à la fois de la R&D et de la formation dans ce secteur.

Le secteur du bâtiment connaît actuellement une conjoncture favorable, voire une situation de surchauffe, mais il est confronté à des difficultés majeures de recrutement de personnels qualifiés et de formation, tant quantitativement que qualitativement.

Les dispositifs de formation dans le secteur du bâtiment en Europe sont généralement de faible envergure et faiblement financés, surtout s'ils sont assurés par les centres professionnels sectoriels, dans la mesure où ils sont financés par les entreprises de ce secteur, constitué pour les trois quarts de petites, voire très petites, entreprises. Des contraintes de disponibilité des chefs d'entreprise et des salariés pèsent également sur ces dispositifs.

Le risque est grand de voir la formation continue essentiellement assurée par les services des grandes entreprises industrielles, et surtout de distribution. Ces initiatives, si elles ouvrent le monde professionnel à l'innovation, notamment à l'amélioration de l'efficacité énergétique, risquent d'annihiler l'indépendance de dizaines de milliers d'artisans et de maître d'œuvre en Europe et de biaiser l'information et le conseil des ménages.

Selon l'objectif d'économies d'énergie dans le secteur résidentiel, les exigences que tous les dispositifs de formation initiale et continue du secteur du bâtiment devraient s'assigner sont doubles :

- initier et former à la qualité environnementale dans tous les métiers dans trois domaines indispensables : les techniques de diagnostic préalable, la connaissance de toutes les énergies renouvelables et leurs conditions spécifiques d'utilisation et d'installation en raison de leurs performances respectives ;
- réorienter ou revisiter les contenus en formation aux métiers afin de privilégier ceux d'entre eux pour lesquels la demande sera croissante : isolation et ventilation, réseaux de chauffage, équipements intérieurs.

En termes de politiques et mesures nécessaires en matière de formation, cela pourrait revenir à :

- revisiter le contenu des formations initiales professionnalisantes du secteur du bâtiment : les pouvoirs publics doivent s'assurer que le contenu des formations existantes intègre les préoccupations environnementales et énergétiques et les nouvelles formations, afin que l'homologation des diplômes correspondants soit accélérée ;
- donner une nouvelle priorité aux les programmes de formation continue : ces programmes doivent favoriser de façon volontariste l'émergence de métiers nouveaux et les requalifications intégrant les éléments d'efficacité énergétique, d'émissions de CO<sub>2</sub> et de changement climatique. Les collectivités locales et régionales devront jouer leur rôle d'inventaire des compétences nécessaires dans les disciplines émergentes et d'initiation d'un programme commun de formation des formateurs. En outre, il est nécessaire que l'État s'assure que le développement de la formation initiale et continue soit organisé en partenariat avec l'ensemble des acteurs de la filière ;

<sup>70</sup> Dans son rapport et avis, le 26 avril 2006, *Les politiques de l'habitat et de l'urbanisme face aux changements climatiques*.



- élargir l'accès à la formation continue : cette exigence se traduira par l'accroissement des capacités de financement de la formation et de la disponibilité des salariés et des employeurs pour suivre des formations. Chaque collectivité publique, selon les méthodes habituelles de gestion prévisionnelle de l'emploi et compte tenu de l'accélération des départs en retraite et de la demande d'emploi sur ces métiers, devrait établir, pour les cinq ans à venir, des objectifs quantitatifs et qualitatifs de formation continue. Ceci permettrait d'évaluer l'effort partagé de financement entre fonds publics et financeurs privés. Cet effort d'accès à la formation continue serait en effet inutile si le taux de salariés, d'employeurs et de stagiaires du secteur du bâtiment (étudiants et non demandeurs d'emplois) ne s'accroissait pas de manière significative dans la prochaine décennie ;
- former aux métiers de la maîtrise d'œuvre : cette question est récurrente depuis de nombreuses années. En effet, les conflits d'intérêts et de culture sévissent entre les catégories professionnelles, en concurrence sur tous les marchés privés et publics et tout particulièrement entre architectes et ingénieurs de tous horizons. L'explosion des bureaux d'études et des entreprises d'ingénierie a contribué à limiter de façon substantielle les interventions des architectes en tant que maîtres d'œuvre. Leur formation ne les prépare généralement pas à intégrer les nouveaux défis technologiques, notamment bioclimatiques et d'efficacité énergétique. Il faudrait donc que la formation initiale et continue tant des ingénieurs que des architectes intègre ces dimensions, afin de faire émerger ces nouveaux savoir-faire dans ces métiers.

#### **Les enjeux du nouveau métier émergent de diagnostiqueur-auditeur**

La directive européenne de 2002 prévoit un diagnostic thermique obligatoire pour une partie du parc de bâtiments dans l'Union européenne et a donné lieu au développement d'un nouveau

métier, celui de diagnostiqueur ou auditeur thermique. Environ 25 000 diagnostiqueurs devraient être formés pour appliquer la directive.

Dans maints pays de l'Union européenne, la formation à ce nouveau métier, fondamental pour asseoir les bases du développement des investissements et activités de rénovation énergétique des bâtiments, a posé des problèmes importants. La compétence et la qualification de ces professionnels doivent être précisées et validées par un diplôme homologué.

Le Comité économique et social demande, en France, que le diagnostic thermique prévu par la directive européenne de 2002 soit rapidement mis en place et complété pour tout bâtiment à usage collectif par un « bilan carbone » . La démarche d'efficacité énergétique devrait donc être assortie d'un objectif de réduction d'émissions de CO<sub>2</sub>.

Investie d'une quasi-responsabilité de service public, la nouvelle profession de diagnostiqueur doit être strictement et déontologiquement indépendante, notamment des agents immobiliers, des syndicats, des notaires et des professionnels du bâtiment. Une certification devrait permettre au public de les identifier. Les diagnostiqueurs seraient chargés de délivrer une expertise immobilière dont le contenu répondrait à une procédure strictement définie par les pouvoirs publics, à l'exclusion de toute prescription de travaux à réaliser. Il conviendrait que, dès à présent, la formation de ces experts, qui devront intervenir dès 2007 dans le cadre de toutes les transactions immobilières, soit engagée par les différents dispositifs de formation.

#### **Les enjeux de création d'un dispositif de formation de base et continue du nouveau métier émergent d'assistant à la maîtrise d'ouvrage**

Pour rendre efficace la mise en œuvre des actions d'efficacité énergétique et de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dans les bâtiments et logements du secteur public (national et local), il est nécessaire de créer une fonction d'assistance à maîtrise d'ouvrage auprès des pouvoirs publics concernés, indépendante, pluridisciplinaire,



expérimentée et donc formée à une véritable mission de service public.

Une telle mission requiert en effet à la fois :

- de réunir des compétences dépassant de loin les exigences d'une seule discipline (architectes, ingénieurs...) ainsi qu'une expérience confirmée ;
- de faire preuve d'indépendance à l'égard des grands groupes multinationaux de la construction, des opérateurs énergétiques et des acteurs de multiples professions.

Toutes les écoles et universités formant au management public devraient intégrer cette dimension dans leur cursus de formation continue.

## 7. L'impact sur l'emploi des politiques et mesures trans-sectorielles

### 7.1. Les technologies d'application transversale

#### La capture et stockage du carbone

La capture et le stockage du CO<sub>2</sub> pourraient jouer un rôle dans la transition technologique vers un système énergétique sobre en carbone. Les modélisations de l'Agence internationale de l'énergie suggèrent un potentiel de capture de 400 à 800 Mt de CO<sub>2</sub> en Europe d'ici à 2030<sup>71</sup>.

**Les conditions de mise en œuvre  
(géologie, transport, aspects  
économiques...)**

Le problème se situe principalement dans la possibilité de mettre en œuvre le stockage. Pour

ceci, un certain nombre de conditions doivent être réunies.

#### ▸ Étanchéité des réservoirs

Une condition essentielle à l'intérêt du stockage géologique de CO<sub>2</sub> est bien entendu le fait que la pérennité du stockage soit établie pour des centaines voire de milliers d'années. Outre le fait qu'elles pourraient représenter un danger pour des populations situées à proximité, des fuites massives hors des réservoirs feraient en effet perdre tout bénéfice à l'injection réalisée.

L'étude des réservoirs envisagés pour le stockage devra démontrer que les conditions d'étanchéité sur longue période sont réunies (présence d'une couche d'argile, faible sismicité, etc.). Concernant les aquifères salins, qui représentent le potentiel de stockage le plus important, il convient de s'assurer que l'acidification résultant de l'injection de CO<sub>2</sub> ne risque pas de dissoudre les roches situées autour de l'aquifère, ce qui permettrait au CO<sub>2</sub> de migrer et de s'échapper vers la surface.

#### ▸ La problématique du transport

Le lieu où le CO<sub>2</sub> est « produit » par une unité industrielle n'étant pas forcément situé à proximité immédiate des sites de stockage, il conviendra de transporter le CO<sub>2</sub> émis.

Le transport du CO<sub>2</sub> entre le lieu de la capture et le lieu de stockage peut se faire par pipeline ou par bateau, le transport par camion ou train paraissant moins adapté aux volumes en jeu.

Le transport par pipeline possède l'avantage d'être bien maîtrisé : le transport de gaz naturel dans des conditions proches de celui du CO<sub>2</sub> est largement développé, et le transport de CO<sub>2</sub> proprement dit existe déjà aux États-Unis avec un réseau de 3 000 km de canalisations entre des gisements naturels de CO<sub>2</sub> et des champs pétrolifères.

Le transport par bateau offre davantage de flexibilité et son coût varie peu, quelle que soit la distance parcourue. Il ne nécessite pas la construction d'un pipeline mais, en revanche, celle d'unités de liquéfaction et d'infrastructures portuaires.

**Le coût par tonne de CO<sub>2</sub> « évité »**

<sup>71</sup> International Energy Agency (2005), *CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion*, 2005 Edition, II.181.





Les estimations du coût généré par la mise en œuvre de la capture et du stockage de CO<sub>2</sub> varient dans des fourchettes très larges, et ce pour différentes raisons : les techniques à mettre en œuvre sont encore mal connues à l'échelle industrielle, la nature de la source émettrice et le procédé de capture, la distance de transport, ainsi que le milieu géologique choisi pour le stockage, peuvent en modifier fortement le coût.

On retrouve ainsi des estimations allant de 15 à 38 \$ par tonne pour le Bureau de la recherche géologique et minière français (BRGM) à 42 à 90 \$/t pour GDF. En tout état de cause, ces coûts sont aujourd'hui nettement supérieurs au prix du CO<sub>2</sub> fixé à la bourse d'échange et devront être abaissés par l'amélioration des techniques pour devenir économiquement rentables. Cela est d'autant plus vrai que l'on raisonne ici sur des coûts par tonne émise et que l'on a vu que les émissions augmentent très sensiblement avec la mise en place d'une unité de captage.

De plus, la technologie de capture et de stockage du carbone ne sera pas disponible à grande échelle avant 2020 et, à cet horizon, les technologies des énergies renouvelables pourraient avoir déjà dépassé le point mort et être devenues des options substantiellement plus économiques pour réduire les émissions.

### Les expérimentations

Le projet de recherche européen Castor, lancé en février 2004, associe des organismes de recherche, des compagnies pétrolières, des électriciens et des équipementiers électriques. Il consiste dans la capture de CO<sub>2</sub> post-combustion dans une centrale à charbon d'Esjberg au Danemark, et dans l'étude de quatre sites de stockage européens : le gisement pétrolier de Casablanca, au large de l'Espagne, un champ de gaz à Atzbach-Schwanenstadt en Autriche, un aquifère à Snøhvit en Norvège et un champ de gaz (K12B aux Pays-Bas).

En Norvège, le CO<sub>2</sub> émis par le champ gazier de Sleipner est réinjecté à raison de 1 Mt par an dans un aquifère salin. Ce programme est mené depuis 1996 par Statoil et Total.

À Weyburn, au Canada, le CO<sub>2</sub> est injecté dans un gisement de gaz dans le cadre d'un programme d'EGR (Enhanced Gas Recovery). L'intérêt de ce programme est qu'il s'agit de CO<sub>2</sub> capturé dans une centrale thermique du Dakota du Nord et transporté par pipeline sur 300 km.

Le projet DF 1, en Écosse, associe BP et Scottish Energy dans une unité de production d'électricité et d'hydrogène par vaporeformage, avec capture du CO<sub>2</sub> et son injection dans le champ pétrolier de Miller Field.

Total va lancer un pilote de démonstration industrielle à Lacq avec capture par oxycombustion sur une centrale thermique réaménagée et injection dans un gisement gazier déplété.

### Impact sur l'emploi

Le captage de CO<sub>2</sub> dans une centrale électrique ou tout autre installation émettrice de CO<sub>2</sub> ne représente pas un potentiel de création d'emplois supplémentaires à ceux existant, ou alors de façon tout à fait marginale. Le seul gisement éventuel d'emplois se situe chez les équipementiers fabriquant et installant des unités de captage.

Le transport (par pipeline ou par bateau) représente un volume d'emplois faible par rapport aux kilomètres parcourus. En revanche, la construction des infrastructures peut générer un volume d'activité plus significatif, mais limité dans le temps.

Concernant le stockage : le volume d'emplois nécessaire à l'injection dans des réservoirs peut être comparé à celui nécessaire pour l'extraction pétrolière. On peut ainsi penser que des plates-formes pétrolières offshore pourraient voir leur durée de vie prolongée après l'exploitation d'un gisement en étant reconverties en sites d'injection.

En revanche, l'impact sur l'emploi de la filière technologique de capture et stockage du carbone est nettement plus conséquent chez les utilisateurs potentiels que sont les exploitants de centrales électriques au charbon, les cimentiers ou la phase à chaud de la sidérurgie, en termes de préservation des activités et des emplois

existants. Elle permettra en effet à ces unités de production industrielle, dont les activités sont délocalisables dans les pays non ou peu contraignants en matière environnementale, de réduire très fortement leurs émissions de CO<sub>2</sub> sans recourir à des investissements très coûteux de rupture technologique dans les process.

### L'hydrogène

La question de savoir si l'économie de l'hydrogène, avec des piles à combustion stationnaires et non stationnaires, sera établie et dans quelle mesure ces piles à combustible utiliseront principalement le gaz naturel dans les vingt à trente prochaines années fait l'objet de controverses entre les experts.

Développer un cycle de combustible hydrogène exigerait des investissements importants dans de nouvelles infrastructures et technologies pour la production, le transport, le stockage et l'utilisation. De plus, une question centrale pour juger de l'impact technologique, économique et social est l'origine de l'hydrogène, selon qu'il est produit à partir de sources d'énergies renouvelables, nucléaires ou fossiles. Un système énergétique durable doit être fondé sur la production de l'hydrogène à partir de sources d'énergie renouvelables. Cependant, le potentiel de sources d'énergies renouvelables pouvant être utilisé pour la production d'hydrogène est limité dans l'Union européenne.

Par exemple, pour l'Allemagne, cette option pourrait se développer progressivement à partir de 2025 seulement. D'ici là, des alternatives plus efficaces et moins coûteuses existent pour combler l'écart entre l'offre et la demande.

Il n'existe pas d'estimation sérieuse de l'impact sur l'emploi des piles à combustible et des autres technologies et infrastructures de la chaîne de l'hydrogène.

On connaît cependant les plans de développement des fabricants. Par exemple, Sulzer Hexis, en Allemagne, prévoit d'accroître le nombre de ses employés de 35 actuellement à 200 personnes au cours des prochaines années. Siemens Westinghouse à Pittsburgh (États-Unis) emploie entre 150 et 500 employés, soit environ

une personne par année pour 200 kW<sub>el</sub> de capacité de production.

## 7.2. Les mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto basés sur les projets (MDP, MOC)

Ces dispositifs sont utilisables par les États pour atteindre leurs objectifs du protocole de Kyoto et par les entreprises couvertes par le Système européen d'échange des quotas d'émissions (SEEQE) pour s'acquitter des quotas d'émissions qui leurs sont alloués dans le cadre des plans nationaux d'allocation des quotas.

Le seule analyse disponible des effets sur l'emploi des mécanismes de flexibilité est l'étude d'impact réalisée par la Commission européenne préalablement à la proposition législative établissant un lien entre le SEEQE et les mécanismes de Kyoto. Cette étude estime que « *tout impact social négatif [dans la Communauté] résultant de l'autorisation donnée aux opérateurs d'utiliser les crédits MDP et MOC pour remplir leurs obligations au regard du système d'échange des quotas d'émissions sera minimal* »<sup>72</sup>.

Une nouvelle analyse des impacts sur l'emploi des mécanismes de projet est cependant justifiée au regard de l'importance du montant des crédits MDP que les États européens envisagent d'ores et déjà d'acquérir pour remplir leurs obligations de Kyoto (520 Mt d'équivalents CO<sub>2</sub> sur la période 2008-2012, représentant 2,7 milliards d'euros) et par le rôle structurel que pourrait jouer ce mécanisme à l'avenir, comme le décrit le scénario AEE nucléaire analysé dans cette étude.

Les analyses menées dans le cadre de cette étude permettent d'apporter quelques éléments de réponse à cette question, même si ce sujet mériterait une étude beaucoup plus approfondie.

Il est nécessaire de distinguer les investissements dans les projets MDP et MOC consentis par les

---

<sup>72</sup> SEC, 2003, p. 785.



entreprises couvertes par le SEEQE et ceux réalisés par les États avec des fonds publics.

### Achat de crédits "Kyoto" par les entreprises

Comparées à une situation sans mécanisme de flexibilité, les opportunités offertes par les crédits MDP ou MOC pour les entreprises pourraient avoir des effets très contrastés sur l'emploi.

Les effets positifs sur l'emploi pourraient résulter de :

- la possibilité de préserver, à court terme, des emplois directs dans l'installation industrielle qui investit dans les projets MDP, en lui permettant d'atteindre son objectif de réduction d'émissions à un coût moindre que celui de l'achat du CO<sub>2</sub> sur le marché européen et que le coût marginal de réduction des émissions dans l'installation ;
- les effets d'entraînement sur l'emploi chez les équipementiers européens, ce dispositif étant alors assimilable à une subvention à l'exportation pour ces opérateurs ;
- des effets positifs sur la modernisation des outils industriels et énergétiques des pays en développement ou émergents, avec les effets positifs induits sur l'emploi dans ces pays. Toutefois, l'ampleur des créations d'emplois induites dans les pays hôtes est impossible à estimer, car les impacts en termes d'emploi ne constituent pas un critère d'approbation des mécanismes de projet par le bureau exécutif du MDP / CDM.

Les effets négatifs pourraient provenir :

- d'une situation où les investissements MDP réalisés dans les pays en développement ou émergents répondent soit à une stratégie d'investissement à l'étranger de l'entreprise qui aurait eu lieu sans le MDP, soit à une stratégie d'évitement des contraintes carbone qui pèsent en Europe. Dans ce cas, même si le MDP n'est pas à l'origine du transfert d'investissement, il tend à l'accentuer par

les incitatifs financiers qu'il peut procurer. Cela peut être le cas dans une industrie fortement internationalisée telle la sidérurgie européenne, comme nous l'avons vu. Cependant, le montant des projets MDP réalisés à ce jour dans ce secteur reste très limité ;

- du manque de concrétisation des créations d'emplois qui auraient été générées indirectement dans les secteurs bénéficiaires des investissements éco-efficients dans l'installation industrielle qui recourt au MDP (biens d'équipements, recherche...) ;
- à long terme, du manque de mise à niveau de l'entreprise, qui se traduira en désavantage compétitif lorsque la contrainte carbone se renforcera et se généralisera.

### Achats de crédits "Kyoto" par les États

L'investissement dans les projets MDP par les États relève d'une logique différente, puisqu'il vise à atteindre les objectifs de Kyoto du pays et qu'il est financé par les fonds publics.

Les effets positifs sur l'emploi peuvent résulter principalement des risques économiques et sociaux qu'il y aurait à réduire dans un laps de temps limité (2008-2012) les émissions du pays lorsque celui-ci fait face à des coûts de réduction élevés, par exemple en raison de la rigidité des systèmes énergétiques (cas de l'Italie) ou du caractère peu maîtrisable des émissions du transport (cas de la Belgique). Le coût des ajustements est donc reporté sur les finances publiques, c'est-à-dire sur les contribuables.

Toutefois, si la dépendance du pays aux mécanismes de flexibilité devenait structurelle à moyen et long termes, il existe un risque de voir le budget public affecté à l'investissement MDP se renchérir au fur et à mesure que les projets MDP les moins onéreux auront été exploités dans les pays hôtes, au détriment d'utilisations alternatives permettant de générer des emplois domestiques.

Par ailleurs, il n'existe pas, dans le mécanisme MDP, de dispositif permettant d'assurer le bénéfice en termes d'emplois des projets MDP.

Au-delà des impacts négatifs sur l'emploi, une utilisation excessive des mécanismes de flexibilité par les États comporterait d'autres coûts. Elle priverait les populations des bénéfices en termes de santé publique qu'apporterait la réduction des gaz à effet de serre et, parmi elles, particulièrement les plus démunis, qui sont les plus exposés à ces nuisances. Par ailleurs, la crédibilité de l'Union européenne sur la scène internationale de la lutte contre le changement climatique pâtirait d'une utilisation excessive des mécanismes de flexibilité.

## 8. Conclusions du 2<sup>e</sup> volet de l'étude : les effets potentiels sur l'emploi global et sectoriel des actions de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

### 8.1. L'effet sur l'emploi global direct et indirect relatif aux quatre secteurs étudiés

Tout en rappelant les limites de la méthodologie employée dans cette étude – inhérente à une approche de type méso-économique –, il est possible de dresser un bilan des effets sur l'emploi engendrés directement et indirectement par la mise en œuvre de politiques climatiques dans les secteurs couverts par l'étude.

L'étude a permis d'estimer, pour chaque secteur, la nature et l'ordre de grandeur du solde entre les risques et les opportunités, à travers des projections d'emplois dans différents scénarios alternatifs de politiques de réduction des émissions visant à atteindre les objectifs de

l'Union européenne à l'horizon 2030 (cf. graphiques III.21.).

Le solde de ces effets sectoriels indique que des politiques ambitieuses de réduction des émissions bien au-delà de l'échéance de 2012 ne devraient pas provoquer, globalement, de destruction d'emplois au niveau de l'Union européenne.

Au contraire, de telles politiques apportent une contribution positive à l'emploi global, car les activités économiques qu'il faudrait développer (isolation, énergies renouvelables, transports en commun...) ont un contenu en emploi beaucoup plus fort que celles dont il faudrait réduire le volume, c'est-à-dire avant tout la production d'énergies non renouvelables et les transports individuels.

Toutefois, dans un grand nombre des secteurs étudiés (production d'électricité, transport ferroviaire, bâtiment dans certains États membres, sidérurgie, ciment), l'emploi a subi des réductions importantes et régulières dans les dernières décennies, pour des raisons qui tiennent très peu à la réglementation environnementale mais davantage à la libéralisation et aux privatisations, au progrès technique et à la mondialisation.

Les projections existantes laissent penser qu'il en sera de même dans les prochaines décennies, quoique probablement dans une moindre mesure. C'est le cas de la production d'électricité et des secteurs industriels, notamment dans les nouveaux États membres de l'Union européenne.

Dans ces secteurs, il est donc à prévoir que l'application des politiques climatiques européennes aura un impact important en termes de préservation des emplois qui auraient été détruits en l'absence d'application de mesures de protection du climat.

De plus, des perspectives substantielles de gains de productivité sont encore à attendre au cours des prochaines décennies dans les activités qui seront pourvoyeuses d'emplois dans la lutte contre le changement climatique, notamment les énergies renouvelables et le bâtiment, engagés dans un processus d'industrialisation.



Il est donc difficile, à ce stade, de voir dans les politiques climatiques un moyen de lutter significativement contre le chômage qui touche actuellement près de 17 millions de personnes en Europe.

## 8.2. La dynamique des activités « gagnantes » et « perdantes » par rapport au scénario BAU

Les analyses et évaluations sectorielles menées aux niveaux national et européen dans le cadre de cette étude montrent que les scénarios volontaristes de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> à moyen et long termes auront un impact plus ou moins conséquent sur l'emploi à travers des flux intra- et intersectoriels, directs et indirects.

L'impact des politiques climatiques sur l'emploi sectoriel à l'horizon 2030 peut être apprécié d'abord par rapport à un scénario tendanciel, décrivant le développement futur du secteur dans l'hypothèse où aucune politique et mesure climatique supplémentaire ne serait adoptée et mise en œuvre. Cette approche est utile pour anticiper les nouvelles évolutions que les acteurs du secteur (dirigeants, organisations syndicales...) auront à gérer dans les moyen et long termes.

### Une appréciation en termes de risques et opportunités

L'impact sur l'emploi spécifique aux secteurs doit s'apprécier en termes **d'opportunités et de risques**. Cette caractérisation apparaît plus pertinente que celle distinguant des secteurs « gagnants » et des secteurs « perdants » du point de vue de l'emploi. En effet, dans chacun des secteurs couverts par l'étude (production d'électricité, raffinage, transport, sidérurgie, bâtiment), la mise en œuvre des politiques climatiques engendre, par rapport au scénario tendanciel, à la fois des opportunités positives et des risques du point de vue de la création ou de la destruction d'emplois et de l'amélioration ou de la détérioration de la qualité des emplois.

Les risques et opportunités engendrés par les politiques de maîtrise des émissions conduisent

à une réévaluation de la valeur ajoutée et de l'emploi du secteur et à leur redistribution entre les acteurs en fonction de leur stratégie et de leur capacité à tirer parti des opportunités et à gérer les risques.

Le secteur de la production électrique, où l'essor des énergies renouvelables dégage une valeur ajoutée et des emplois nouveaux susceptibles d'être capturés à la fois par des entreprises nouvelles venues dans le secteur (grands groupes énergétiques et pétroliers, PME) et par les compagnies électriques traditionnelles en est un bon exemple.

De même, le développement des services énergétiques aux consommateurs industriels et individuels liés à l'efficacité énergétique constitue une opportunité de création d'emplois pour le secteur de la production et distribution d'électricité, mais les fournisseurs d'énergie ne seront qu'un des acteurs impliqués dans ces nouveaux développements.

### Les dynamiques à l'œuvre

On peut distinguer approximativement trois dynamiques qui sous-tendent les évolutions de l'emploi générées par les politiques et mesures climatiques dans des secteurs couverts par l'étude à l'horizon 2030, et ce quels que soient les scénarios de politique et mesures de réduction des émissions envisagés.

La première est un transfert d'emplois des activités de la production d'électricité vers celles liées à l'efficacité énergétique et à la réduction de la consommation d'énergie, à savoir les secteurs utilisateurs d'électricité investissant dans l'efficacité et la réduction de leur consommation et les services énergétiques. Cette dynamique résulte d'une moindre croissance, voire d'une baisse du niveau de consommation et de capacité de production d'électricité.

La deuxième dynamique concerne un transfert des emplois relatifs au transport routier de marchandises et à la voiture particulière vers les activités de transport public pour le fret (rail et voies navigables) et les passagers, sous l'effet d'un rééquilibrage des modalités de transport et d'une réduction de la croissance de l'activité fret.



Figure III.21. : Evolution de l'emploi, comparé au scénario BAU

(Energie : scénario WWF-WI énergie; Transport : scénario extended policy - lower freight activity;  
Bâtiment : Facteur 4)

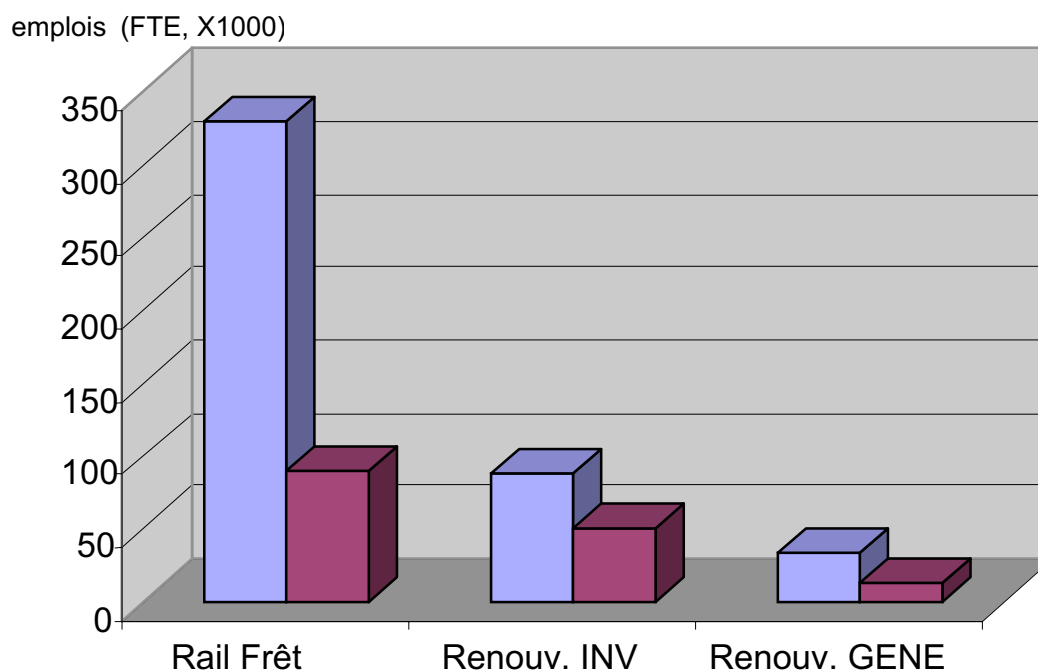
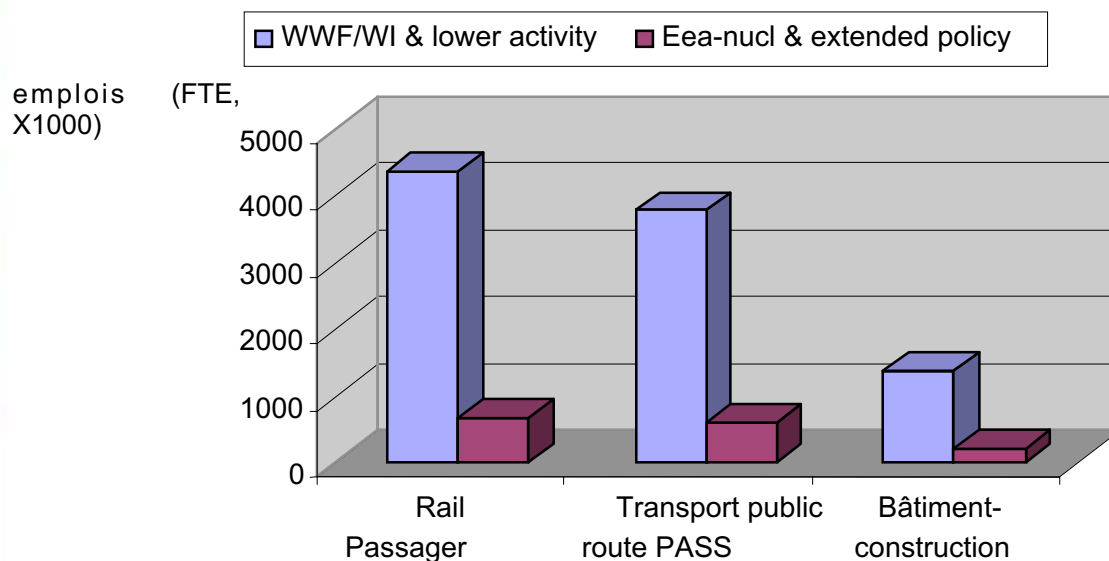
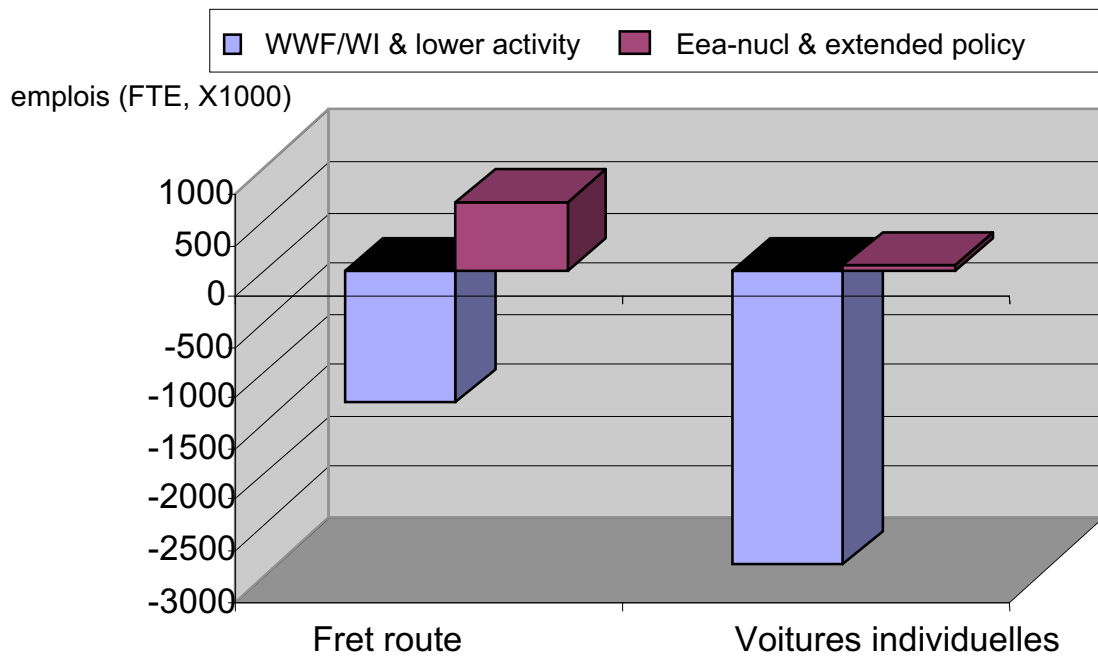
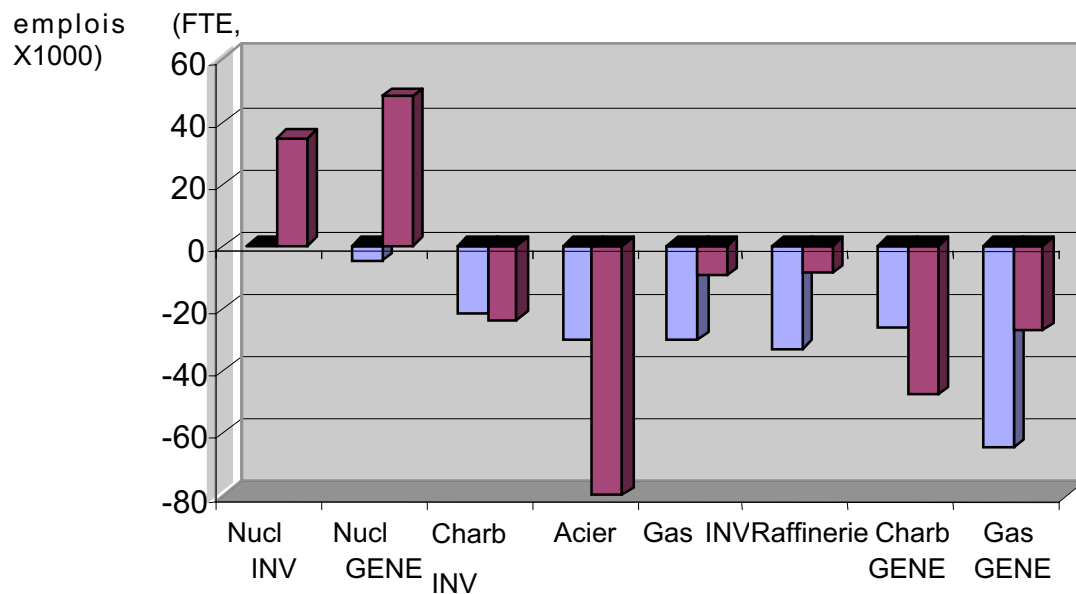






Figure III.21. : Evolution de l'emploi, comparé au scénario BAU (suite)

(Energie : scénario WWF-WI énergie; Transport : scénario extended policy - lower freight activity;  
Bâtiment : Facteur 4)



La troisième dynamique résulte des effets de substitution internes aux industries de biens d'équipement, avec une substitution des emplois générés par la conception, ingénierie et construction des équipements liés à la production d'énergie à partir des combustibles fossiles et au transport routier individuel (camions, voitures), par les emplois dans la filière équipementière des énergies renouvelables (éolien, solaire) et de la cogénération, de l'efficacité énergétique, voire du nucléaire, et du matériel ferroviaire. Un bon exemple de cette dynamique intersectorielle est le passage prévisible de la motorisation thermique à la motorisation électrique, substituant des emplois de la construction électrique aux emplois dans la fonderie.

### Activités à dynamique positive, négative et indéterminée

Le processus de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> engendre des opportunités et des risques pour chaque secteur. On distingue les activités pour lesquelles le solde des risques et opportunités est nettement positif, celles pour lesquelles le solde est nettement négatif et celles pour lesquelles le résultat est incertain.

#### Activités à dynamique positive

Le secteur **du bâtiment et de la construction** fait clairement partie des secteurs dont l'emploi devrait bénéficier du développement des politiques et mesures climatiques. Les bénéficiaires sont notamment les entreprises du bâtiment et des travaux publics, les fabricants de matériaux de construction durables, les artisans installateurs de chaudières à basses émissions de CO<sub>2</sub> et de solaire thermique, les concepteurs et fabricants de systèmes de gestion thermique et de régulation du chauffage (domotique, immotique). Ce bénéfice potentiel provient à la fois des besoins liés à l'isolation et à la rénovation énergétique des bâtiments dans le but d'économies d'énergie et à la construction et installation des infrastructures nécessaires pour faire face à l'évolution de la demande de transport et d'énergie.

Certaines **filières industrielles** seront sans aucun doute bénéficiaires du point de vue de l'emploi. Il s'agit principalement :

- des industries qui conçoivent et fabriquent les matériaux et les équipements de l'ensemble des énergies renouvelables et des énergies à moindre intensité carbone (gaz essentiellement), ainsi que de la cogénération ;
- des équipementiers électriques et des industries d'équipements de chauffage pour les investissements dans l'efficacité énergétique du secteur résidentiel et tertiaire ;
- des fabricants d'équipements ferroviaires, trains de banlieue, métros, tramways (ingénierie, voies, électrification, télécommunications, équipements de sécurité et de signalisation, matériel roulant) ;
- la construction de nouvelles lignes de transport d'électricité pour raccorder les nouveaux sites de production, surtout d'énergies renouvelables ;
- le développement de nouvelles technologies automobiles pour adapter les véhicules à toutes les énergies propres : gaz naturel véhicules (GNV), gaz de pétrole liquéfié (GPL), diester, véhicule hybride diesel / électrique, alimentation électrique par ligne, au sol ou sur batterie...

Ces industries devraient en outre bénéficier d'exportations substantielles de technologies à faibles émissions de carbone.

Les activités d'exploitation et de maintenance pour la **production d'électricité à partir d'énergies renouvelables** (éolien, solaire, hydroélectricité, biomasse, géothermie, marémotrice, vagues) verront sans aucun doute leurs effectifs augmenter de manière importante.

L'établissement d'objectifs plus exigeants pour les gains d'efficacité énergétique aura des conséquences positives sur les effectifs des **diagnostiqueurs en économies d'énergie** (conseil et bureaux d'étude) et **des fournisseurs de services énergétiques**, ces derniers étant représentés principalement par les fournisseurs



d'énergies, les prestataires de services d'exploitation (gestion de réseau de chaleur, maintenance énergétique, etc.) et les installateurs (conception d'unités de cogénération ou de réseaux internes par exemple).

Les emplois liés à la **production d'électricité à base de gaz naturel**, aujourd'hui en plein essor dans le marché libéralisé de l'électricité, continueront aussi d'augmenter, compte tenu des perspectives d'amélioration des rendements, du retour rapide sur investissement et de leur impact relativement faible sur l'environnement, mais avec le danger de se lier à un combustible dont le prix est volatil, dont les réserves sont moindres et dont les sources d'approvisionnement offrent moins de sécurité que le charbon et les énergies renouvelables.

Le **transport ferroviaire, passager comme fret, de même que les modes de transport public urbains** (tramway, bus, métro), devraient également bénéficier d'une dynamique positive de l'emploi résultant du rééquilibrage du transport privé de passagers (voitures particulières) et du fret route en faveur du rail et des modes de transport public.

#### *Activités à dynamique négative*

Les effectifs employés directement dans la **production électrique à partir du charbon** connaîtront très certainement un déclin sensible en Europe, et ce quelles que soient les hypothèses retenues sur le futur de l'énergie nucléaire. Le seul facteur qui pourrait inverser cette tendance serait l'arrivée à maturité, à l'horizon 2030, de la technologie de capture et stockage du CO<sub>2</sub>.

L'emploi dans le secteur du **raffinage** devrait subir une baisse de ses effectifs en raison de la substitution partielle des biocarburants au pétrole dans le secteur du transport et du resserrement des contraintes carbone dans le cadre des plans nationaux d'allocation. L'étude a estimé cet impact entre 15 000 et 48 000 emplois.

#### *Activités à dynamique indéterminée*

Dans l'industrie mondialisée de la **sidérurgie**, il ne fait aucun doute que, sans aménagement de la

politique de limitation des émissions à l'œuvre aujourd'hui, la réduction progressive des quotas attribués aux sites de production de fonte et d'acier accentuera les évolutions dépressives de l'emploi dans le secteur, caractérisées par le renforcement de la sous-traitance et de l'emploi précaire et la délocalisation de la phase liquide vers les pays à bas coûts sans contrainte carbone. L'impact est estimé globalement à 54 000 emplois directs, externalisés et intégrés.

En revanche, une politique industrielle appliquée à la sidérurgie, qui ferait de la contrainte carbone un facteur de compétitivité de la sidérurgie européenne dans le futur, permettrait de limiter les impacts sur l'emploi et de préserver la majeure partie des emplois potentiellement menacés par la délocalisation de la phase liquide.

La dynamique de l'emploi dans le **transport routier de fret** est très sensible aux hypothèses envisagées en termes de maîtrise de la demande de transport. En l'absence de réduction volontariste de la demande de transport, un niveau limité de transfert modal devrait permettre aux effectifs de continuer à croître à un rythme équivalent à celui du scénario tendanciel, grâce à l'adoption rapide de nouveaux carburants alternatifs et de nouvelles technologies automobiles. En revanche, si l'activité du transport routier devait être réduite, la dynamique de l'emploi, toujours positive, connaîtrait un ralentissement par rapport au scénario tendanciel. Pour être de nature à inverser la dynamique de l'emploi, l'activité fret routier devrait être réduite fortement, d'environ 30 % entre 2000 et 2030.

L'emploi au sein de la **filière automobile** pourrait enregistrer un déclin par rapport au scénario tendanciel sous l'effet de politiques visant à contraindre l'activité transport et à rééquilibrer les modes de transport au profit du rail pour le transport de passagers. Toutefois, dans ce cas, les effectifs resteraient stables sur l'ensemble de la période (2000 à 2030), sous l'effet notamment de l'augmentation de la valeur ajoutée liée à la diffusion des technologies propres.

Concernant l'emploi dans la **production d'électricité à partir du nucléaire**, les

scénarios analysés mènent à un résultat indéterminé, dans le sens où tant une réduction qu'une augmentation des effectifs peuvent résulter des politiques climatiques, illustrant le caractère très contrasté des choix politiques effectués par les différents pays de l'Union européenne sur cette question. Il est intéressant de constater que le scénario AEE nucléaire ne prévoit pas d'augmentation de la part du nucléaire dans le mix énergétique entre 2000 et 2030, et n'empêche pas qu'une part importante des réductions d'émissions doive être réalisée hors de l'Union européenne. Il n'exclut pas non plus une augmentation non négligeable de la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique.

### 8.3. Les facteurs de la capacité d'ajustement de l'emploi

#### Les enjeux de la formation et de l'attractivité pour les activités à dynamique positive

Pour les activités à dynamique positive, la croissance attendue à plus ou moins brève échéance renforce la nécessité d'assurer une attractivité suffisante des emplois, afin qu'un nombre suffisant de professionnels et de travailleurs s'engagent dans la profession. C'est un défi notamment pour les métiers du bâtiment et de la construction.

Le potentiel de cycles et sites de formation et de formateurs compétents dans ces domaines relativement nouveaux est aujourd'hui insuffisant pour satisfaire les besoins actuels et futurs. Simultanément, ces secteurs entrent dans une période de fort renouvellement de leurs salariés, avec les importants départs en retraite des « baby-boomers », ce qui devrait amplifier la pénurie des compétences.

Les expériences menées sur le terrain et recueillies au cours des entretiens illustrent, au-delà des nécessaires formations à mettre en place, la manière dont la dynamique positive de ces activités peut contribuer à compenser le déclin des effectifs dans les activités à

dynamique négative, à travers les possibilités de mobilité professionnelle.

Pour certains de ces métiers en pleine expansion, tels que les auditeurs en efficacité énergétique, le besoin de formation supplémentaire des professionnels existants pourrait être assez réduit. Par exemple, il pourrait être envisagé, comme le suggère le syndicat européen des travailleurs du bois et du bâtiment (FETBB), de reconverter dans ces métiers des travailleurs âgés du bâtiment qui souffrent de la pénibilité du travail.

Le secteur de la fabrication des équipements d'énergie renouvelable peut offrir des opportunités pour le recyclage des compétences dans les régions où des industries de la métallurgie, de la plasturgie ou de l'électronique disparaissent.

Dans le secteur du transport, des expériences réussies de reconversion de chauffeurs de poids lourds dans la conduite des transports en commun de passagers (bus, tramway) ont été menées.

#### Les enjeux de la durée de la transition et des reconversions dans les activités à dynamique négative

Une politique volontariste de réduction des émissions pose concrètement la question de l'impact sur les salariés dépendant directement ou indirectement des activités affectées négativement. Cet impact variera en fonction de plusieurs facteurs, dont deux méritent plus particulièrement d'être soulignés dans la perspective d'optimiser les politiques du changement climatique : la période pendant laquelle la transition s'opère et la capacité de reconversion des salariés touchés.

- La durée de la transition : il est possible de limiter le coût social en concevant avec prudence l'élévation souhaitable des contraintes sur les émissions, en donnant notamment le temps nécessaire aux effectifs menacés pour s'adapter. Comme nous l'avons vu dans le cas du secteur du raffinage, l'ajustement des effectifs dans les secteurs à effectif vieillissant devrait se



réaliser de façon graduelle, en prenant en compte les postes affectés par les départs en retraite et non remplacés.

- La capacité de reconversion des salariés touchés : nous avons vu que, au sein de la filière énergie, la mobilité des travailleurs employés dans les centrales à charbon vers les autres types de centrales thermiques peut être réalisée avec des investissements limités de formation supplémentaire.

posées par la réglementation environnementale.

### **Les enjeux de la R&D et de l'allègement de la pression concurrentielle pour les secteurs manufacturiers**

L'avenir de l'emploi dans le secteur de la sidérurgie – soumis à une contrainte carbone renforcée sur ses procédés industriels – et dans la filière automobile – où ce sont plutôt les productions qui subissent la contrainte carbone – apparaît dépendant de trois facteurs :

- la capacité de diffusion et d'adoption à large échelle des procédés maîtrisés techniquement aujourd'hui (cas du moteur hybride pour les voitures) et le dépassement des frontières technologiques par l'innovation. L'enjeu est de faire de la contrainte carbone un avantage compétitif pour les producteurs européens, en confirmant et accroissant leur excellence technologique dans la production et l'utilisation de technologies aux émissions limitées ;
- l'allègement de la pression concurrentielle exercée réellement par les producteurs des pays n'ayant pas appliqué de contrainte carbone équivalente à leurs industries manufacturières, afin de maintenir les capacités de production et les emplois qui seraient sinon menacés par les délocalisations vers ces pays ;
- la taille des entreprises : les petites et moyennes entreprises ne disposent pas de flexibilité pour transférer des droits d'émissions de CO<sub>2</sub> d'un site de production à un autre au sein ou entre des pays, à la différence des grands groupes qui, en plus, possèdent les ressources humaines nécessaires pour s'acquitter des exigences

## Partie IV

### *Recommandations pour optimiser les synergies entre politique climatique et politique de l'emploi*

Ci-dessous, nous présentons les instruments et politiques qui pourraient avoir les effets les plus significatifs pour optimiser les synergies entre politiques climatiques et politiques de l'emploi. Ces recommandations contribuent potentiellement à :

- accroître la prévisibilité des politiques climatiques et des impacts du changement climatique afin d'anticiper les mutations économiques et sociales nécessaires ;
- maximiser les retombées positives pour la création d'emplois de qualité ;
- accompagner les mutations de l'emploi engendrées par les mesures de réduction des émissions et par le changement climatique.





## 1. Accroître la prévisibilité des politiques climatiques pour anticiper les mutations économiques et sociales nécessaires

Il est indispensable d'accroître la prévisibilité à moyen et long termes des stratégies climatiques pour adopter des stratégies anticipatrices efficaces et mettre en œuvre les démarches d'adaptation et d'accompagnement nécessaires.

Des incertitudes de tous types, mais surtout celles qui affectent les engagements internationaux post-Kyoto, rendent difficile l'élaboration de politiques de long terme en matière de réduction de gaz à effet de serre. À l'heure où ce rapport est écrit, seule une minorité d'États membres de l'Union européenne s'est dotée d'objectifs de réduction des émissions qui vont au-delà de la première période d'application du protocole de Kyoto (2008-2012). Les objectifs sectoriels de réduction des émissions sont rares et ne concernent que très rarement certains secteurs « difficiles » comme le transport.

Ne pas avoir anticipé les conséquences et les ruptures nécessaires pourrait en effet contraindre à des réajustements au moment où les mesures plus contraignantes seraient prises et coûter très cher en emplois aux entreprises.

Cette question est stratégique pour tous les domaines où la durée de vie des équipements est supérieure à l'horizon actuel des politiques climatiques (i.e. secteur de la production d'électricité, industries intensives en énergie) et où il est nécessaire d'investir dans les ressources humaines (par l'éducation et la formation) pour mettre en œuvre les mesures climatiques, notamment dans le secteur de la construction / rénovation.

En outre, l'absence d'anticipation suffisante pourrait induire une juxtaposition d'anticipations et de stratégies divergentes de la part des acteurs économiques, sociaux, publics et ONG, qui rendrait difficile l'atteinte des objectifs à moyen et long termes.

L'atteinte des objectifs de l'Union européenne en matière d'émissions de gaz à effet de serre ne pourra que résulter d'objectifs stratégiques publics clairement affichés, requérant :

- une position offensive de l'Union européenne dans les négociations internationales, pour rallier à la lutte contre le changement climatique les pays industrialisés actuellement hors Kyoto et, à terme, les pays émergents ;
- l'adoption, urgente, par l'Union européenne et ses États membres, d'objectifs quantifiés, autonomes et contraignants, de réduction à moyen et long termes des émissions de gaz à effet de serre, assurant ainsi la continuité du marché européen des quotas d'émissions. La présente étude montre que des réductions des émissions de l'ordre de 30 % à 50 % en 2030 sont possibles sans engendrer globalement d'impact négatif sur l'emploi ;
- dans le domaine difficile du transport, l'adoption d'objectifs stratégiques de réduction des émissions de chaque mode de transport, à moyen et long termes ;
- dans les nouveaux États membres en particulier, l'amélioration de l'information et de la formation des acteurs économiques et sociaux et des organisations syndicales, ainsi que l'échange d'expériences et de savoir-faire sur les questions de la lutte contre le changement climatique et ses implications économiques, sociales et environnementales ;
- le lancement d'exercices de prospective nationale et européenne, avec des scénarios alternatifs de politiques et mesures possibles de réduction des émissions, dans une perspective de développement durable équilibrant les dimensions environnementale, économique et sociale, ce qui

permettrait de créer une compréhension commune de ce qui est nécessaire pour atteindre les objectifs de l'Union européenne. À l'instar des travaux de prospective menés au Royaume-Uni (rapport Stern), en France (Facteur 4) ou en Allemagne, de tels exercices devraient associer l'ensemble des parties prenantes et couvrir l'ensemble des secteurs pertinents.

## 2. Maximiser les retombées positives pour l'emploi

L'analyse a mis en évidence le potentiel de création de nouvelles activités et de nouveaux emplois lié à des réductions importantes des émissions de gaz à effet de serre dans l'Union européenne. Comme ces emplois et activités ne seront pas générés spontanément au niveau optimal, la mise en œuvre de politiques volontaristes visant à soutenir le développement des activités clairement génératrices d'emplois ou à assurer le maintien des emplois tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre est d'une grande importance.

Les politiques et mesures recommandées s'inscrivent dans une approche de politique industrielle qui ne doit pas se limiter au soutien de la R&D, aussi nécessaire soit-elle, mais croiser dimensions sectorielles et transversales (investissements publics, instruments réglementaires, R&D, instruments de marché, dispositif de rééquilibrage des coûts carbone pour les importations, formation, accompagnement économique et social des transitions, dialogue social).

### 2.1. Mobiliser des moyens publics conséquents et adéquats pour réaliser les investissements publics et privés dans les biens et services répondant aux défis du changement climatique

Les conséquences économiques de la transition vers une économie pauvre en carbone doivent être pleinement reconnues, et en particulier l'échelle des investissements publics et privés additionnels qui devront être consentis pour progressivement rénover le stock existant de capital de l'Union européenne.

Pour soutenir de tels investissements, les mesures et initiatives suivantes doivent être mises en place.

#### Renforcer la cogénération et exploiter pleinement le potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique

L'amélioration de l'efficacité énergétique du côté de la demande d'énergie (par exemple pour un usage final plus efficace de l'énergie) a un potentiel important de créations d'emplois.

En développant le marché des services d'efficacité énergétique, conformément à la directive relative à l'efficacité énergétique dans les utilisations finales et aux services énergétiques, les fournisseurs de gaz et d'électricité pourraient générer des emplois permettant de compenser, au moins partiellement, les emplois perdus en raison de la réduction de la consommation d'énergie.

Il convient de renforcer des solutions de cogénération et de maîtriser le plein potentiel de l'efficacité énergétique en combinant :

- l'établissement d'objectifs plus exigeants pour les gains d'efficacité énergétique ;
- des incitations fiscales et financières ;
- des actions d'information et de sensibilisation ;
- une normalisation et labellisation européenne ;



- la promotion des conseils et audits énergétiques ;
- l'introduction de l'efficacité énergétique dans les procédures de marchés publics.

Le secteur du logement recèle un potentiel considérable d'économies d'énergie, qu'il est possible de réaliser de manière économiquement rentable, ce qui représente un gisement important d'activité économique et d'emplois et permettrait de rencontrer des préoccupations sociales en diminuant la facture énergétique des ménages, réduisant ainsi le phénomène de pauvreté énergétique (« *fuel poverty* »).

**L'Union européenne doit encourager les États membres à adopter des programmes visant à améliorer l'efficacité énergétique des logements, en particulier les nouveaux États membres qui ont un potentiel d'économies d'énergie important.** Elle doit mobiliser, à l'appui des financements des États membres, à la fois de nouveaux fonds européens, les crédits des fonds structurels européens et les ressources de la Banque européenne d'investissement (BEI), y compris les structures de garantie pour la rénovation de bâtiments faiblement consommateurs d'énergie.

Il est nécessaire d'étendre la directive sur la performance énergétique des bâtiments à l'ensemble des bâtiments, y compris ceux de petite taille et ceux destinés aux populations à faible revenu. Former davantage de professionnels sera nécessaire si l'on veut accroître le niveau actuel de mise en œuvre de la directive sur la performance énergétique des bâtiments.

### **Renforcer les soutiens aux énergies renouvelables pour augmenter leur part dans la consommation énergétique à 20 % en 2020**

Les énergies renouvelables permettent un gain net d'emplois, car elles remplacent des activités qui ont un contenu en emploi beaucoup moins élevé, c'est-à-dire la production d'énergies non renouvelables.

Actuellement, trois pays (Allemagne, Danemark, Espagne) se répartissent l'essentiel des

installations et des capacités industrielles qui y sont liées.

La part des énergies renouvelable doit être augmentée significativement dans l'ensemble des États membres de l'Union, de manière à atteindre, en 2020, l'objectif ferme défini par le Conseil européen de mars 2007 de porter la part des énergies renouvelables à 20 % de la consommation d'énergie.

Les mesures devraient inclure :

- des objectifs nationaux pour les énergies renouvelables permettant de leur donner la taille de marché critique pour les rendre compétitives sans subventions durables ;
- de la recherche et développement et un soutien aux industriels ;
- des mesures de formation, surtout dans la maintenance ;
- l'amélioration des conditions de travail dans les activités liées à l'exploitation et la maintenance.

La continuité des programmes de soutien au marché des renouvelables est essentielle, comme le prouve le cas de l'Allemagne dans l'énergie solaire et l'éolien.

### **Encourager le transfert modal en investissant dans les infrastructures de transport transeuropéennes**

Les investissements sont incontournables pour rééquilibrer durablement les modalités de transport, en réduisant l'usage de la voiture privée et du transport de fret par la route au profit des modes de transport publics, du rail – pour le fret comme pour le transport des passagers – et des voies navigables.

Un tel transfert génère de nouveaux emplois en grande quantité, tant au niveau de l'exploitation que des travaux d'infrastructures.

L'Union européenne doit impulser les travaux d'infrastructures transeuropéennes dans les domaines des lignes ferroviaires, du ferroutage et des voies navigables, et l'installation d'infrastructures de ravitaillement en hydrogène (« autoroutes de l'hydrogène »).

Des moyens innovants sont nécessaires pour assurer leur financement, qui pourrait prendre la forme d'une nouvelle taxe européenne sur le kérosène utilisé dans l'aviation civile et / ou sur le transport maritime à fort tonnage.

## **2.2. Un effort accru en matière de recherche et développement pour réaliser les ruptures technologiques, organisationnelles et sociétales requises**

Le rôle de l'innovation apparaît comme crucial pour obtenir les nouvelles percées technologiques qui transformeront la contrainte carbone en atout compétitif pour les entreprises européennes et permettront la création de nouvelles sources d'emplois et la préservation des emplois existants.

Les études sectorielles ont souligné que des percées technologiques permettant des réductions substantielles des émissions de CO<sub>2</sub> sont possibles, avec une généralisation attendue à l'échelle industrielle à l'horizon 2020.

En outre, les dépenses de R&D ont en elles-mêmes un fort contenu en emploi, et les emplois qui lui sont liés devraient également croître. On estime que l'Union européenne devrait augmenter de 500 000 le nombre de chercheurs d'ici à 2010 pour atteindre l'objectif de 3 % du PIB fixé à Barcelone<sup>73</sup>.

### **Une impulsion massive des pouvoirs publics**

Une impulsion des pouvoirs publics est nécessaire pour compenser la timidité des initiatives privées de recherche et développement qui a été mise en évidence dans ce rapport. L'Europe doit consacrer des moyens bien supérieurs au niveau actuel à la R&D dans les énergies renouvelables, la cogénération chaleur / électricité et les technologies

contribuant à réduire les émissions de carbone et à faciliter l'utilisation efficiente de l'énergie.

Les transports constituent en particulier un secteur dans lequel une percée technologique paraît aujourd'hui plus qu'indispensable, au vu de l'augmentation attendue du trafic.

Il faut donc réaliser au moins l'augmentation des budgets de recherche pour l'énergie et les technologies sobres en carbone prévue par le septième programme-cadre pour la période 2007-2013 et, au-delà, renforcer encore le budget européen dans ces domaines.

Les plates-formes technologiques européennes les plus prometteuses pour relever les défis du changement climatique, et dont les bénéfices pour l'environnement, l'emploi et l'économie sont prouvés, doivent être établies en initiatives technologiques conjointes (*Joint technology initiatives*) et dotées de fonds conjointement par l'Union européenne et les États membres.

La participation des organisations syndicales concernées aux plates-formes technologiques et aux initiatives technologiques conjointes assurera que les préoccupations d'emploi soient prises en compte dans les stratégies d'innovation.

Il est également nécessaire de renforcer les capacités de recherche dans les régions les moins avancées et de réaliser pleinement le potentiel de recherche dans les nouveaux États membres.

### **Améliorer le dialogue entre la société et le monde scientifique**

Un tel dialogue est tout particulièrement nécessaire pour les questions du nucléaire et de la capture et du stockage du carbone, afin d'intégrer l'économie de la connaissance dans le modèle social européen.

### **Prendre en compte l'innovation organisationnelle et sociale**

L'innovation ne se limite pas au processus formel de recherche et développement technologique. Elle intègre aussi des formes d'innovations organisationnelles et sociales (participation des travailleurs en Allemagne et en Scandinavie, organisation du travail qualifiante et

<sup>73</sup> Sheehan et Wyckoff, 2003, "Targeting R&D: Economic and Policy Implications of Increasing R&D Spending", *STI Working Paper* 2003/8, OECD.



responsabilisante...) qui doivent être également promues.

### **Assurer une gestion socialement responsable du changement induit par l'innovation**

Comme l'innovation induit des changements, l'établissement d'un cadre pour la gestion socialement responsable du changement est nécessaire pour obtenir l'adhésion des travailleurs et parties prenantes. Par conséquent, une approche active des processus de restructuration est requise.

## **2.3. Appliquer le principe du pollueur-payeur en poursuivant les objectifs multiples d'un développement durable**

### **Instaurer une réforme fiscale environnementale coordonnée à l'échelle européenne**

Les instruments fiscaux ont un rôle déterminant à jouer pour inciter à des comportements et investissements plus sobres en carbone.

Les taxes environnementales ont montré leur efficacité pour réduire les émissions de gaz à effet de serre dans les pays où elles ont été introduites à large échelle, principalement en Allemagne, en Suède, au Danemark et aux Pays-Bas.

L'introduction des taxes environnementales a des effets redistributifs importants. Pour remédier à cet aspect, des mesures sociales d'encadrement devront être mises en œuvre simultanément à l'introduction graduelle des taxes, afin d'atténuer l'impact des mesures sur les ménages à faibles revenus et les secteurs intensifs en énergie exposés à la concurrence internationale.

En outre, l'instauration d'instruments fiscaux doit idéalement être introduite de façon coordonnée à l'échelle de l'Union européenne afin d'éviter leur utilisation à des fins de concurrence économique par les États membres.

La question d'un effet positif des taxes CO<sub>2</sub> sur l'emploi (« double dividende ») donne lieu à des controverses académiques. Dans certaines conditions, cependant, il serait possible de générer des emplois additionnels en redistribuant le produit de la taxe environnementale sous la forme d'une baisse des prélèvements pesant sur le travail (par exemple, une réduction des cotisations sociales personnelles).

Cependant, les travaux de recherche s'accordent pour reconnaître que les emplois potentiellement générés par un tel mécanisme sont d'une ampleur limitée. En outre, le mécanisme de transfert de la fiscalité doit respecter une condition essentielle, à savoir ne pas affaiblir le financement de la protection sociale et des services publics.

Il semble donc préférable de privilégier l'option qui consisterait à affecter au moins partiellement le revenu de la taxe au **financement de nouvelles dépenses publiques génératrices d'emplois et soutenant la recherche et le déploiement des filières de substitution aux énergies fossiles, par exemple les transports publics et les programmes d'isolation des logements anciens.**

### **Associer tarification des transports et amélioration des conditions sociales dans les transports routiers**

L'amélioration des conditions sociales et l'application du principe du pollueur-payeur dans le transport sont deux mesures à mobiliser conjointement, car elles se renforcent mutuellement.

L'amélioration des conditions de travail dans le secteur routier constituera un levier crucial pour parvenir à une réduction de la part de ce mode de transport, indispensable dans le cadre d'une politique de maîtrise des émissions du transport. La compétitivité du rail – et *a fortiori* celle du transport intermodal – par rapport à la route devrait être renforcée par l'application effective de la législation sur le temps de travail et de repos dans le secteur du transport routier.

Corrélativement, la nécessité d'appliquer le principe du pollueur-payeur et d'internaliser les coûts sociaux externes des différents modes de



transport justifierait la mise en place d'un cadre européen pour la tarification de l'usage des infrastructures de transport, visant à internaliser les coûts externes des différents modes de transport.

Une telle mesure doit impérativement s'accompagner d'un renforcement et d'une harmonisation européenne des droits des travailleurs dans le secteur du transport routier. En effet, il faut éviter que le renchérissement du coût du transport routier résultant de l'intégration des coûts externes ne soit annulé par une dégradation des conditions sociales, de la santé ainsi que de la sécurité des conducteurs et de tous les usagers de la route, dans un secteur caractérisé par de faibles marges bénéficiaires et d'importantes pressions de la part des chargeurs et de l'industrie, couplées à une application déficiente de la législation sur le temps de travail et de conduite.

## **2.4. Adosser le marché européen du carbone à une véritable politique industrielle « bas carbone »**

Le système d'échange des droits d'émissions de CO<sub>2</sub> est un instrument important du dispositif européen de lutte contre le changement climatique, dans le sens où il oblige les entreprises à prendre en compte le coût des émissions de leurs productions.

Le marché européen du carbone souffre cependant d'un certain nombre de dysfonctionnements, qu'il conviendra de corriger pour les périodes d'application ultérieures à 2012. L'analyse menée sur les secteurs industriels (acier, ciment, chaux) montre que le système d'allocation et d'échange tel qu'il est conçu actuellement pourrait, s'il s'accompagnait d'allocations réellement contraignantes, avoir pour conséquence d'inciter les industries intensives en énergie qui opèrent déjà aux limites des frontières technologiques actuelles et qui ressentent une forte concurrence internationale, à délocaliser hors d'Europe vers des pays n'imposant pas de réglementation similaire. Il en

résulterait des pertes d'emplois ou un gel des investissements en Europe et des « fuites » de carbone. Dans le secteur de l'acier, on estime qu'environ 50 000 emplois pourraient être menacés, sur un effectif de 350 000 salariés dans l'UE à 25.

► Plusieurs voies doivent être envisagées afin de transformer la contrainte carbone en atout pour les industries européennes intensives en carbone :

- étendre la durée d'allocation des quotas afin de dimensionner la réduction des quotas d'émissions alloués par installation selon le rythme des retours sur investissements ;
- définir les quotas d'émissions alloués aux installations à partir d'une norme d'émissions de CO<sub>2</sub> par filière de production, correspondant aux meilleures pratiques disponibles, et tendre vers l'harmonisation européenne des méthodes d'allocation des quotas, de manière à annuler l'effet de concurrence intra-européenne ;
- valoriser, à travers l'allocation des droits d'émissions, les efforts de R&D des producteurs permettant de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> à long terme ;
- introduire une réglementation à l'importation des produits qui, sur la base des normes d'émissions de CO<sub>2</sub> des produits industriels, permette de rééquilibrer le coût carbone pour les produits consommés dans l'Union européenne et compenser ainsi le déficit de compétitivité de l'industrie européenne dû à la politique de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> ;
- introduire un système de suivi des plans nationaux d'allocation des droits d'émissions par les syndicats, à l'image des tables de dialogue sectorielles en Espagne (cf. chapitre 3.2.).





### 2.5. Imposer des critères de durabilité sociale pour les projets MDP et MOC financés sur fonds publics

Une utilisation importante des mécanismes de flexibilité par les États pour atteindre les objectifs de Kyoto peut être justifiée, dans la première phase d'application du protocole de Kyoto, par le risque social qu'il y aurait à réduire dans un laps de temps limité (2008-2012) les émissions dans des pays qui font face à des coûts élevés de réduction de leurs émissions.

Il n'en reste pas moins que, au-delà de leur contribution à la réduction globale des émissions, les investissements dans les projets MDP doivent faire la preuve de leur durabilité en démontrant qu'ils procurent un bénéfice social minimum.

L'exemple positif de la Belgique doit être retenu et étendu aux autres États membres. Le gouvernement fédéral belge a en effet instauré un système de critères sociaux et de durabilité pour sélectionner des projets Kyoto et assurer leur suivi.

Parmi les critères agréés par le comité technique fédéral belge, composé de représentants de l'administration, du patronat, des ONG et des organisations syndicales, figurent :

- le respect par le promoteur du projet des principes des lignes directrices de l'OCDE pour les multinationales ainsi que des huit conventions de base de l'OIT, de la convention 155 relative à la sécurité et à la santé au travail et de la convention 169 relative aux populations indigènes et tribales ;
- la durabilité sociale, comprenant l'emploi (nombre d'emplois créés, qualité des emplois, développement des compétences, respect des normes de travail), l'accès aux services essentiels dont les services énergétiques, l'équité.

La participation des organisations syndicales, aux côtés des autres parties prenantes, à la définition des procédures de sélection et au suivi des projets MDP et MOC est un facteur essentiel de la démarche de développement durable dans ce domaine.

## 3. Optimiser la gestion des effets sociaux des mutations liées aux actions de réduction du CO<sub>2</sub>

Si elles ne sont pas traitées et résolues de manière sérieuse et adéquate, les questions de ressources humaines – largement sous-estimées par la majorité des professionnels concernés – peuvent être une entrave significative à la transformation des secteurs exigée par les objectifs européens de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. La maîtrise des enjeux sociaux et de l'emploi sera donc nécessaire pour minimiser les risques de résistance au changement.

Des dispositifs et mesures adéquats devront être définis et mis en œuvre selon une démarche d'anticipation multiniveaux (croisant les niveaux sectoriel, d'entreprise, interprofessionnel et territorial, national et européen) et multi-acteurs (partenaires sociaux, décideurs politiques et acteurs sociétaux), afin que les transitions sociales nécessaires soient maîtrisées et non subies, et qu'elles engendrent un solde net d'emplois positif et assurent leur qualité.

### **3.1. Les dispositifs permettant l'adaptation et la sécurisation des travailleurs face aux mutations structurelles des compétences liées au processus de réduction des GES**

#### **La gestion prévisionnelle des emplois et des compétences, un instrument d'anticipation et de maîtrise sociale des mutations**

Nous proposons de mobiliser la démarche et les outils de la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC) pour rendre opérationnel l'accompagnement social des politiques de lutte contre le changement climatique et de l'adaptation au changement climatique.

La GPEC vise à réduire de façon anticipée les écarts entre les besoins et l'offre en termes d'effectifs et de compétences, en fonction d'objectifs à moyen terme bien identifiés et en impliquant le salarié dans le cadre d'un projet d'évolution professionnelle.

Dans le cas des mutations engendrées par les politiques climatiques, il s'agit d'éviter la gestion à chaud et dans l'urgence de lourdes restructurations liées à ces mutations et, ainsi, de minimiser les risques de drames et de conflits sociaux.

Des dispositifs de GPEC devront être mis en place à tous les niveaux d'application des politiques et mesures de réduction des gaz à effet de serre et d'adaptation au changement climatique : aux niveaux de l'entreprise, du secteur, de l'interprofessionnel, territorial, national et européen. Ces dispositifs devront être élaborés et mis en œuvre parallèlement, notamment, aux programmes de recherche et développement et à la montée en régime des nouvelles filières technologiques et professionnelles.

La GPEC devra s'appliquer dans les filières professionnelles élargies pour être efficiente. Des

mesures réglementaires nationales et européennes seront nécessaires pour pousser les filières professionnelles (lesquelles, pour la plupart, sont résistantes à la fois à l'innovation et à la formation liée à ces mutations) à mettre en place ces dispositifs.

Il s'agirait, au moyen de la négociation sociale, de définir, financer et mettre en œuvre les dispositifs suivants :

- ▶ outils permettant d'apprécier les évolutions prévisibles quantitatives et qualitatives des emplois et des compétences pour anticiper les éventuelles destructions d'emplois (construction d'indicateurs et de tableaux de bord sociaux d'entreprise et de secteur) ;
- ▶ identification des populations nécessitant des mesures adéquates et spécifiques ;
- ▶ définition et mise en œuvre des mesures d'accompagnement social des mutations :
  - ⇒ mise en adéquation de l'offre de formation avec l'évolution des compétences demandées sur le marché du travail : programmes de formation, recrutement, aménagement des conditions et des temps de travail,
  - ⇒ accompagnement personnalisé du travailleur dans la construction de son parcours professionnel : bilan de compétences, validation des acquis de l'expérience, mobilité professionnelle et géographique, mesures financières et sociales d'accompagnement des suppressions d'emplois.

#### **La sécurisation des parcours professionnels, clé de voûte d'une transition sociale réussie**

Les lignes directrices européennes pour l'emploi dans le cadre de la stratégie de Lisbonne devraient être sagement mises en œuvre pour assurer un équilibre adéquat entre flexibilité et sécurité, afin de faciliter la capacité d'adaptation des entreprises et des travailleurs aux mutations économiques et technologiques liées au processus de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

Dans ce cadre, la sécurisation des parcours professionnels doit être un vecteur



incontournable des démarches d'anticipation comme la GPEC, afin d'optimiser socialement les transitions professionnelles liées à ces mutations.

Face à ces mutations prévisibles, le temps des carrières linéaires semble bien révolu. La flexibilité, les transitions professionnelles voire les ruptures seront les nouvelles règles du jeu auxquelles seront confrontés les travailleurs opérant dans des secteurs qui offraient jusqu'ici une sécurité optimale de la gestion de leur parcours, voire un emploi à vie dans la même entreprise ou dans le même secteur.

Dans ce contexte, la mobilité des travailleurs exigée dans une certaine mesure par les politiques de prévention du changement climatique devra s'appuyer sur d'autres garanties de continuité de leurs droits et sur la négociation collective de nouveaux droits pour accompagner et maîtriser ces mobilités et transitions.

La responsabilité de cette sécurisation devra être collective, partagée entre l'entreprise, les associations professionnelles, les pouvoirs publics, les partenaires sociaux et les travailleurs eux-mêmes.

Cette sécurisation nécessite la construction de passerelles sociales et la définition et mise en œuvre de mesures d'accompagnement social des mutations se traduisant par la mobilité professionnelle et géographique des travailleurs concernés : bilan de compétences, validation des acquis de l'expérience, programmes de formation tout au long de la vie adaptés pour garantir l'employabilité des travailleurs, dispositifs d'aide au reclassement et à la reconversion, recrutement, aménagement des conditions et du temps de travail, mesures financières et sociales d'accompagnement des suppressions d'emplois.

Par ailleurs, afin de réduire les trajectoires conduisant à l'impasse du chômage et de la précarité, le premier élément important concerne la capacité des travailleurs à progresser en compétences et en qualifications.

À cet effet, la définition et la mise en œuvre des programmes de formation permanente doivent être repensées et assurées en quantité et qualité suffisantes, avec l'appui éventuel du Fonds social européen, dans une démarche partenariale entre

toutes les parties prenantes : acteurs des filières professionnelles concernées, pouvoirs publics (co)finançant les programmes, partenaires sociaux et professionnels de la formation, en y impliquant même, si possible, les chercheurs en nouvelles technologies s'appliquant dans ces filières.

Les programmes de formation ne devront pas se limiter aux travailleurs des entreprises et des filières professionnelles concernées, mais intégrer aussi l'ensemble des acteurs concernés de la société (citoyens-consommateurs-résidents), même si le contenu, moins technique, devra être davantage d'ordre organisationnel, économique et comportemental.

### **3.2. Des instruments de dialogue social et de négociation collective adaptés aux enjeux des politiques climatiques**

Les représentants des travailleurs doivent devenir acteurs et non spectateurs des orientations stratégiques définies et mises en œuvre pour maîtriser les émissions. Plusieurs instruments et dispositifs de dialogue social et de négociation collective sont à instaurer, tandis que d'autres, existants, doivent voir leurs droits renforcés et renouvelés.

#### **Création d'un Observatoire européen sectoriel et interprofessionnel sur « les mutations économiques et socio-emplois liées à l'adaptation au changement climatique et aux actions de réduction des gaz à effet de serre »**

La création de cet observatoire aura pour objectif d'élaborer et de mettre en œuvre des outils de veille, de suivi, d'analyse et d'évaluation des mutations sectorielles et intersectorielles à l'horizon post-Kyoto, au service du dialogue entre parties prenantes (autorités publiques, patronat, syndicats, ONG) pour l'anticipation et la maîtrise de ces mutations.

Il serait financé par la Commission européenne et les États membres et serait contrôlé par un

comité de pilotage où siègeraient les représentants des parties prenantes.

### **Mise en place d'instances de dialogue spécifiques à la lutte contre le changement climatique**

En prenant comme référence le Pacte national espagnol sur la mise en œuvre du protocole de Kyoto entre État, patronat et syndicats (accord-cadre), il s'agirait de créer de telles instances à la fois aux niveaux national, régional et européen.

Le Pacte national espagnol a créé des instances de dialogue interprofessionnel et sectoriel sur l'adaptation au changement climatique et sur les actions de réduction de gaz à effet de serre en vue d'arriver à des accords-cadres. Des tables rondes de dialogue sectoriel ont été instituées en 2005 à cet effet (dans sept secteurs : production d'électricité, raffinage de pétrole, sidérurgie, ciment et chaux, verre, céramique, pâte à papier), assistés financièrement et logistiquement par l'État et les autorités publiques régionales.

Dans ce cadre, des conférences régionales sont également organisées, afin de croiser les problématiques sectorielles et territoriales et de prendre en compte l'élaboration des plans Climat régionaux.

Au niveau européen, cela pourrait prendre la forme d'une plate-forme européenne pour le dialogue tripartite sur le changement climatique, réunissant les partenaires sociaux européens et les directions générales concernées de la Commission européenne.

Cette plate-forme aurait pour mission la prévention et l'accompagnement social des impacts sociaux et sur l'emploi négatifs, ainsi que la promotion des opportunités sociales et d'emplois résultant de la mise en œuvre des politiques climatiques.

Dans ce cadre, elle pourrait être consultée sur la dimension sociale et emploi des actions menées par les fonds européens (fonds structurels, programme cadre de recherche et développement, Fonds européen de développement régional) et la Banque européenne d'investissement en faveur de

l'adaptation au changement climatique et de la réduction des gaz à effet de serre.

Elle aurait aussi pour objectif d'élaborer des outils et dispositifs d'une nouvelle politique industrielle européenne (R&D, instruments fondés sur un système de normes, formation...) croisant dimension sectorielle et transversale et compatibles avec les règles de l'OMC.

Les comités de dialogue social sectoriel européens devraient faire de l'adaptation au changement climatique et de la réduction des émissions de GES des champs nouveaux de négociation collective.

### **Attribution de droits nouveaux aux représentants des travailleurs**

Ces droits nouveaux, dans les pays et au niveau des comités d'entreprise européens et des comités de dialogue social sectoriel européens, seraient centrés sur le champ des actions d'adaptation au changement climatique et de réduction des gaz à effet de serre et devront s'exercer en allouant les moyens adéquats aux procédures d'information, de consultation, de participation et de négociation des représentants des travailleurs (fonctionnement, formation, expertise...).

De tels droits existent déjà dans certains pays et régions d'Europe (Allemagne, Flandres). Il s'agirait de les étendre à l'ensemble des pays de l'Union européenne.

### **Instauration d'instances de dialogue social territorial dédiées aux mutations engendrées par les politiques climatiques**

L'enjeu substantiel des actions de GPEC menées au niveau territorial pour optimiser la mise en œuvre des politiques et mesures climatiques rend nécessaire l'instauration d'instances de dialogue social territorial sur ces questions.

Dans maints États membres, les autorités publiques territoriales sont des acteurs conséquents sur les plans économique, social, environnemental, urbanistique et d'infrastructures et élaborent et mettent en œuvre des plans Climat régionaux. Le territoire est aussi le lieu où s'exercent des marges de manœuvre de gestion



sociale des mutations économiques et technologiques.

Ce niveau permet enfin d'intégrer les travailleurs des petites entreprises dans le processus de traitement des mutations.

Le cas de la région Nord-Pas-de-Calais montre l'importance des actions de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> que peut comporter un plan Climat régional et l'enjeu du dialogue social territorial pour définir et mettre en œuvre des dispositifs de régulation et d'accompagnement social local et régional de ces mutations, cofinancés par les Fonds structurels européens.

Sur le plan territorial, il est nécessaire d'instituer des instances de dialogue social multi-acteurs mobilisant les représentants des employeurs, des syndicats, des ONG et des autorités publiques territoriales, et dotant ces acteurs de capacités de négociation collective. Ces instances permettraient notamment d'établir des diagnostics partagés, d'analyser et d'évaluer les expériences locales, de discuter des mesures de GPEC adaptées à mettre en place, d'assurer le suivi des actions engagées, d'organiser les transitions du territoire et de développer le partenariat public-privé afin de collecter des financements d'origines multiples, dont européenne. Les acteurs disposeraient de moyens permettant la sollicitation d'experts, de chercheurs et de consultants.



# Conclusion générale

Les travaux qui viennent d'être présentés apportent un éclairage inédit sur les liens entre emploi et changement climatique au niveau européen dans une perspective à long terme (2030).

En croisant des analyses de cas de onze États membres de l'Union européenne des 25 et des analyses sectorielles européennes s'appuyant sur des scénarios alternatifs de politiques de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, cette étude tente d'apprécier l'impact sur l'emploi à l'horizon 2030 à la fois du changement climatique, qui a déjà commencé et se poursuivra, ainsi que des politiques de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> menées pour limiter l'ampleur du réchauffement.

Le premier constat qui s'impose est le caractère limité des connaissances disponibles sur le lien entre changement climatique et emploi. En outre, les décisions concernant les politiques du climat sont rarement appréciées sous l'angle de l'emploi. Dans les pays couverts par l'étude, la question de l'emploi est surtout discutée pour exprimer les craintes concernant l'impact des politiques climatiques sur l'industrie et les consommateurs, en l'absence d'efforts comparables des pays concurrents de l'Union européenne. À ce stade, le changement climatique est considéré comme une question scientifique et, dans une certaine mesure, politique et économique. L'idée selon laquelle il s'agit également d'une question sociale, impliquant non seulement les citoyens dans leur ensemble, mais aussi tous les salariés, n'est pas encore suffisamment partagée. Or, la première leçon de cette étude est bien celle-ci : aucun secteur ne peut s'abstraire des conséquences du changement climatique, soit qu'ils soient directement touchés par le réchauffement, soit qu'ils aient à subir les

conséquences, positives ou négatives, des mesures prises pour lutter contre le réchauffement.

Les organisations syndicales sont rarement associées aux décisions relatives au changement climatique. De fortes disparités existent toutefois entre, d'une part, les organisations syndicales des anciens États membres, qui ont globalement une meilleure connaissance des questions liées au changement climatique, sont davantage impliquées dans les processus de décision et plus souvent engagées dans des négociations collectives avec les employeurs sur des sujets qui touchent au changement climatique ou à l'énergie et, d'autre part, les organisations syndicales des nouveaux États membres, qui sont largement exclues du processus de décision.

Tant les effets du changement climatique que les mesures adoptées pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> devraient avoir un impact considérable sur l'emploi et les activités économiques en Europe, à travers des redistributions structurelles de l'emploi.

## Impact du changement climatique sur l'emploi

L'analyse menée sur les liens entre les effets probables du changement climatique en Europe, d'une part, et l'activité économique et l'emploi de différents secteurs (l'agriculture, la foresterie, la pêche, le tourisme, la finance / assurance, la santé, les infrastructures et l'énergie), d'autre part, montre que, même dans le cas des scénarios optimistes basés sur un changement climatique modéré (de l'ordre de + 2 °C au niveau mondial) et graduel, il y aura d'importants effets de redistribution entre secteurs et entre pays. Ainsi,





l'impact serait plus négatif en Europe méridionale qu'en Europe septentrionale. En outre, des secteurs primaires tels que l'agriculture, la foresterie et la pêche seront touchés davantage que d'autres. L'attrait des destinations touristiques évoluera. Les régions fraîches deviendront plus attrayantes, tandis que des régions déjà chaudes pourraient devenir torrides ; les régions de sports d'hiver à basse et moyenne altitude pourraient être affectées par le manque d'enneigement. Étant donné que de nombreuses économies locales dépendent du tourisme, l'impact sur l'emploi pourrait être significatif au niveau local.

La probabilité d'un passage à des conditions climatiques extrêmes affectera l'industrie des assurances qui sera forcée de répercuter le coût croissant des dommages sur les autres secteurs économiques. L'augmentation des demandes d'indemnisation exercera de nouvelles pressions sur les compagnies d'assurances. On ne pense pas que la solvabilité du secteur dans son ensemble soit menacée par un changement climatique. Il faut pourtant s'attendre à des changements structurels significatifs auxquels les petites entreprises seront particulièrement sensibles.

Le changement climatique interagira avec d'autres problèmes critiques, comme la pénurie d'eau, la perte de la biodiversité, l'utilisation d'énergie, etc. et, par conséquent, influencera fortement notre manière de travailler, de produire et de consommer. La raréfaction de ces ressources et l'augmentation de leur coût se feront certainement sentir sur les secteurs les plus exposés à la concurrence.

Si l'on considère l'impact global sur l'économie et l'emploi, les modèles prévoient un impact économique total relativement minime à court terme qui, dans l'hypothèse d'un réchauffement modeste et graduel, pourrait même s'avérer légèrement positif en Europe. Pris au pied de la lettre, ceci pourrait inciter les pouvoirs publics et les entreprises à négliger la question sociale. Il convient d'alerter vigoureusement toutes les parties impliquées sur les conséquences dommageables qu'aurait une telle attitude.

En revanche, on s'attend à ce que des changements plus marqués du système climatique soient fortement préjudiciables. Ces dernières

années, un certain nombre de signes ont montré que le climat pourrait ne pas évoluer de manière lente et progressive, comme on l'a souvent supposé. Dans ce cas, sans mesures rapides d'atténuation et d'adaptation, le changement climatique aura un impact significatif sur l'activité économique et l'emploi, avec des conséquences critiques dans la seconde moitié du siècle. Par exemple, l'aridification, voire la désertification, de certaines zones du sud de l'Europe impliquera une redéfinition rapide de leurs politiques agricoles. À plus long terme, le réchauffement pourrait entraîner une révision complète de l'aménagement du territoire européen. C'est pourquoi il ressort clairement que des analyses territoriales et sectorielles plus approfondies sont aujourd'hui nécessaires pour identifier le type et l'ampleur des emplois particulièrement vulnérables aux impacts du changement climatique, selon différents scénarios de réchauffement, et pour aider à concevoir des politiques d'adaptation appropriées.

## Les effets sectoriels des mesures de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

Le deuxième volet de l'étude se penche sur les répercussions potentielles sur l'emploi d'une réduction de l'ordre de 30 % à 50 % des émissions de CO<sub>2</sub> à l'horizon 2030, dans quatre secteurs clefs de l'économie européenne : les industries intensives en énergie (sidérurgie, cimenterie), les transports, la production d'énergie et le secteur du bâtiment/construction.

### Les industries intensives en énergie

S'agissant des industries intensives en énergie, cette étude montre clairement que la politique climatique dont s'est dotée l'Union européenne pour la décennie à venir pourrait, si l'on n'y prenait pas garde dès maintenant, avoir des conséquences sociales significativement négatives. La sidérurgie, qui est déjà engagée dans un processus de délocalisation en dehors de l'Union, pourrait subir des pertes de l'ordre de 50 000 emplois sur un effectif de 350 000 emplois pour l'ensemble de l'Union européenne des 25. Si l'on devrait enregistrer peu de délocalisations

formelles, celles-ci pourraient en revanche se produire par le biais de l'absence d'investissements nouveaux en Europe (« gel des investissements »). À ces délocalisations s'ajouterait la fuite d'émissions de carbone vers les pays n'appliquant pas de réglementation équivalente sur le CO<sub>2</sub>. Entendons-nous bien : il ne s'agit pas de tirer de ce constat la conclusion que la politique climatique européenne doit être remise en cause. Il s'agit de souligner que ces industries méritent une réflexion spécifique et une stratégie cohérente. En effet, s'ils existent, les risques de délocalisation et de gel des investissements en Europe demeurent liés au fait que le secteur développe insuffisamment ses efforts de recherche et développement. Ce risque pourrait être amoindri en mobilisant les entreprises concernées et en mettant en place, parallèlement aux mesures contraignantes de lutte contre l'effet de serre, une politique industrielle des pouvoirs publics combinant des aides publiques aux programmes de recherche et développement, des programmes de formation et une taxe sur les importations non soumises à la réglementation de lutte contre l'effet de serre. De plus, il est nécessaire de souligner que les efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'Union ne peuvent pas continuer à reposer majoritairement sur ces industries et le secteur de la production d'énergie.

### Le transport

Le secteur du transport est vu comme un secteur difficile pour la lutte contre le réchauffement climatique, en raison de la forte croissance tendancielle de ses émissions de CO<sub>2</sub> et de son poids considérable dans l'économie et l'emploi européens. L'étude estime à environ 15 millions les emplois liés directement et indirectement au transport dans l'Union européenne à 25, soit plus de 7 % de l'emploi européen, dévolus en grande partie au mode routier. Pourtant, cette étude montre qu'il est possible de stabiliser les émissions du transport en 2030 par rapport à 1990, tout en créant globalement 20 % d'emplois supplémentaires par rapport à un scénario tendanciel, sans politique additionnelle de lutte contre le changement climatique. En réduisant le volume du trafic de l'ordre de 10 % et en le rééquilibrant vers le rail et les transports publics, on quadruplerait les emplois liés directement et

indirectement au rail et aux transports en commun (tramway, bus, métro, vélo) par rapport au scénario tendanciel. En revanche, la dynamique de l'emploi dans le transport routier de fret, bien que toujours positive, aboutirait à un recul de l'ordre de 50 % par rapport au scénario tendanciel. Par ailleurs, l'emploi au sein de la filière automobile pourrait enregistrer un déclin de l'ordre de 60 % par rapport au scénario tendanciel, avec des effectifs qui resteraient stables sur l'ensemble de la période (2000 à 2030), sous l'effet notamment de l'augmentation de la valeur ajoutée liée à la diffusion des technologies propres, qui pourrait donner à l'industrie européenne un avantage technologique significatif.

### La production d'électricité

Le secteur de la production d'électricité, qui a subi, depuis 10 ans, des restructurations majeures ayant entraîné une réduction régulière de ses effectifs, connaîtra une évolution profonde de ses emplois dans les décennies qui viennent pour s'adapter aux impératifs de la lutte contre le changement climatique. Il convient de distinguer les emplois générés directement par l'exploitation et la maintenance des centrales, des emplois générés indirectement par les investissements-fabrication des équipements, construction et installation des centrales de production électrique. La réduction de la demande d'énergie, érigée au rang de mesure prioritaire de la politique climatique de l'Union européenne, devrait automatiquement se répercuter sur les emplois directs. Une réduction de la consommation d'électricité de l'ordre de 16 % par rapport au scénario tendanciel pourrait occasionner, dans le pire des scénarios, une perte de l'emploi direct d'environ 20 %. Au sein de ce mouvement global, les emplois liés directement aux énergies renouvelables tireraient leur épingle du jeu, avec une croissance de l'ordre de 50 %. Les emplois des filières gaz et nucléaire seraient stables ou en progression selon les scénarios envisagés. La filière charbon, quant à elle, devrait perdre 50 % de ses emplois par rapport au scénario tendanciel.

Si l'on considère maintenant les emplois générés indirectement, toutes les filières sont animées par une dynamique de croissance supérieure à celle prévue par le scénario tendanciel, d'environ 23 %.



Sur la période de montée en régime des nouvelles filières de production d'électricité, l'effet combiné des deux dynamiques est positif, car l'érosion dans l'emploi direct est plus que compensée par les gains dans l'industrie des biens d'équipement. Compte tenu de la durée de vie des équipements, cependant, il est peu probable que les pertes d'emplois soient durablement compensées.

Susceptibles de modifier sensiblement ces résultats, deux inconnues subsistent. D'une part, nos évaluations sous-estiment les emplois qui pourraient être générés durablement dans le secteur électrique par la fourniture de services énergétiques pour répondre aux exigences croissantes d'amélioration de l'efficacité énergétique chez les consommateurs. D'autre part, il est très difficile de prédire l'impact sur le maintien des emplois de la filière charbon d'un déploiement massif des technologies de capture et de stockage du carbone dans les années 2020.

Quoiqu'il en soit, il est important de souligner que l'effet net sur l'emploi des économies d'énergie serait positif. En effet, les pertes d'emplois dans le secteur du charbon seraient largement compensées par les gains d'emplois engendrés, d'une part, par les options qui permettent des économies d'énergie étant donné le caractère hautement capitalistique et faiblement intense en main-d'œuvre du secteur de la production d'énergie et, d'autre part, par la redistribution des économies réalisées sur les factures énergétiques des entreprises et des ménages. De tels emplois, en outre, sont difficilement délocalisables et sont créés surtout dans des petites entreprises de dimension locale.

### Bâtiment / construction

Le secteur de la construction et du bâtiment constitue un gisement très important d'emplois à créer grâce à la prévention du changement climatique. La rénovation thermique des bâtiments anciens, et tout particulièrement celle des logements, est une option extrêmement intensive en emplois directs, pour la plupart non délocalisables car liés à un territoire ou à des débouchés régionaux ou nationaux. Les emplois directs créés sont de relativement faible qualification. Cependant, le secteur du BTP devra relever le défi de former ses travailleurs au

« bâtiment durable », alors qu'on sait le secteur peu innovant et peu dynamique en matière de formation et de qualification de ses salariés. L'extension du champ de la directive sur la performance énergétique des bâtiments permettrait de créer 30 000 à 90 000 hommes-années additionnels dans l'Union européenne à 15 par rapport au scénario tendanciel, auxquels il faut ajouter 90 000 hommes-années additionnels dans les nouveaux États membres. Le gain d'emplois par rapport au scénario tendanciel dépasse le million d'hommes-années dans le cas de travaux correspondant à une haute qualité énergétique (50 KWh / m<sup>2</sup>), soit 10 % de l'emploi européen du secteur. Le lancement d'une initiative sur la rénovation thermique du logement à caractère social aurait un effet de levier particulièrement important, car il permettrait de toucher nombre de logements et beaucoup d'émissions en peu de temps. De plus, ces activités sont susceptibles de générer des bénéfices sociaux additionnels : insertion des chômeurs de longue durée ou des personnes en difficulté sociale, allègement de la facture énergétique et amélioration des conditions de vie des ménages défavorisés.

### Impact global, quantitatif et qualitatif, sur l'emploi

À partir des résultats sectoriels, deux enseignements d'une portée générale peuvent être tirés. Tout d'abord, les résultats de cette étude ne remettent pas en question les conclusions des travaux de recherche utilisant la modélisation macro-économique, qui concluent à un faible impact positif des politiques climatiques sur l'emploi, à condition que des politiques économiques appropriées soient en place. En estimant le contenu en emplois des options qui permettent les réductions d'émissions, le solde global des emplois dans les branches qui se développeront et dans celles qui seront amenées à réduire leur activité n'apparaît pas négatif, et pourrait même être positif. Comparé au scénario tendanciel, le gain net global d'emplois sur le périmètre des secteurs couverts par l'étude serait de l'ordre de 1,5 %.

Ensuite, la redistribution d'emplois qui résultera de l'application des politiques du climat – d'une

ampleur considérable – se produira à l'intérieur des secteurs plutôt qu'entre les secteurs. Cela apparaît *a priori* comme un élément positif, car on estime qu'il est plus facile pour les travailleurs de changer d'entreprises à l'intérieur du même secteur que de trouver un travail dans un secteur différent. Le changement à l'intérieur d'un secteur peut, par exemple, impliquer des coûts de recyclage professionnel plus faibles pour les travailleurs et des périodes de prospection plus courtes. D'un autre côté, cela implique que les mouvements d'emplois se produiront dans tous les secteurs. Des emplois seront créés dans les entreprises qui peuvent profiter des opportunités créées par ces politiques, et des emplois seront détruits dans les entreprises qui ne peuvent pas s'adapter. Cela devrait rendre plus difficile pour les décideurs et les partenaires sociaux l'identification des emplois menacés et créés.

Bien sûr, les mutations induites par les politiques climatiques sont étroitement imbriquées avec celles qui résultent des autres dynamiques à l'œuvre dans les secteurs, globalisation et progrès technique notamment. Ceci plaide pour une intégration du changement climatique dans l'ensemble des politiques de l'Union européenne, en particulier les politiques industrielle, commerciale et de l'emploi.

Au-delà des aspects quantitatifs, les politiques climatiques devraient contribuer à augmenter la demande de travailleurs de plus en plus éduqués et qualifiés, non seulement en lien avec les développements technologiques mais aussi avec l'innovation. Il s'agit d'une évolution générale de l'économie, valable aussi pour le processus de lutte contre le changement climatique. L'intégration des nouvelles technologies de l'information et des communications aux technologies à faible contenu en carbone (conception et gestion des systèmes de contrôle dans le bâtiment et le transport) et la recherche de nouveaux produits et services (nouveaux matériaux composites dans l'éolien) exigeront des qualifications de haut niveau.

Les métiers potentiellement « gagnants », comme le bâtiment, les équipementiers électriques, les énergies renouvelables, la logistique et le transport intermodal, devront évoluer positivement sur les plans social et salarial, afin de devenir des métiers attractifs pour les chercheurs d'emploi. En effet, il

existe un risque – qui n'est pas propre aux politiques climatiques mais valable aussi pour le secteur des technologies de l'information et de la communication – que les emplois développés dans les entreprises nouvellement créées soient perçus par les travailleurs comme moins bien payés et offrant des conditions de travail moins sûres que les emplois dans les branches établies, les opérateurs historiques du secteur électrique notamment. C'est le cas pour certaines entreprises du secteur des énergies renouvelables ou des services énergétiques.

D'un autre côté, les nouveaux métiers de service peuvent offrir des conditions de travail meilleures que certains métiers manuels pénibles. Par exemple, les métiers de l'audit énergétique pourraient offrir des possibilités de reconversion pour les salariés âgés du secteur de la construction.

Le choix entre ces options peut dépendre des résultats du dialogue social qui, en identifiant les opportunités et en favorisant les transitions professionnelles, peut renforcer les aspects positifs des mutations nécessaires.

## Recommandations pour la conception des politiques

Cette étude indique quelles sont les options de politiques les plus efficaces pour réaliser le double dividende de la lutte contre le changement climatique et de la création d'emplois. Elle recommande aussi les dispositifs à développer pour accompagner socialement les mutations nécessaires et faire des travailleurs les acteurs de ce changement.

Les politiques du climat doivent être claires, certaines et prévisibles, pour induire des investissements dans la bonne direction. L'investissement des entreprises sera en effet une composante vitale de la prévention du changement climatique. Il apportera une large part des emplois prévus dans l'étude. Au-delà de la fixation d'objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, telle qu'elle est intervenue au Conseil européen de mars 2007 pour l'horizon 2020, l'étude montre l'importance et l'urgence de mesures contraignantes dans quelques secteurs





clés, au premier rang desquels le transport, le logement et le secteur tertiaire. L'Union européenne doit activement promouvoir l'inclusion des pays industrialisés actuellement hors du protocole de Kyoto et des pays émergents, dans un dispositif de lutte contre le changement climatique afin de garantir des conditions de concurrence équitables sur les marchés globaux, garantes du maintien en Europe d'une base industrielle et d'emplois durables.

La connaissance des répercussions potentielles du changement climatique et des politiques de prévention sur l'emploi est insuffisante, et cette question doit rapidement faire l'objet de recherches supplémentaires. L'intensification de l'effort de réduction des émissions à attendre dans les années qui viennent fera certainement de la question de l'emploi un élément central des politiques climatiques de l'Union européenne. Il est donc nécessaire que les politiques et mesures climatiques soient évaluées systématiquement au regard de leur impact potentiel sur l'emploi.

Bien que l'emploi ne constitue pas l'objectif premier des politiques de lutte contre le réchauffement climatique, la situation de l'emploi dans l'Union européenne, caractérisée par un chômage de 19 millions de personnes, impose aux pouvoirs publics de faire jouer au maximum les synergies entre la protection du climat et le développement d'emplois de qualité.

Des moyens publics conséquents et adéquats doivent être mobilisés pour réaliser la large gamme des investissements publics et privés exigés : programmes de rénovation thermique des logements anciens, plans de développement des énergies renouvelables et de la cogénération, réalisation des infrastructures pour les modes de transports alternatifs à la route, les transports collectifs et la mobilité « douce ». Il convient également d'améliorer et de renforcer les investissements dans la recherche et développement en affectant les dépenses au service des innovations qui permettront de réaliser les ruptures technologiques, organisationnelles et sociétales requises. Les instruments économiques (marché du carbone, taxe sur le carbone ou l'énergie) doivent être utilisés, car ils permettent une réduction des émissions au moindre coût. Cependant, ils doivent être accompagnés par des

mesures sociales d'encadrement permettant d'atténuer leur impact sur les ménages à faibles revenus et les secteurs intensifs en énergie exposés à la concurrence internationale (ciment, aluminium, chaux, pâte à papier, verre, céramique...). Pour ces derniers secteurs, l'étude recommande la mise en place, parallèlement au système d'échange des quotas d'émissions, de politiques industrielles volontaristes des pouvoirs publics nationaux et européens associant aides publiques aux programmes de recherche et développement, programmes de formation professionnelle, dispositifs d'ajustement aux frontières, implication des partenaires sociaux, et ce afin de transformer en avantage compétitif la contrainte carbone qui pèsera sur les entreprises de ces secteurs de manière croissante.

Si elles ne sont pas anticipées et traitées de manière adéquate, les questions des transitions professionnelles et des formations – largement sous-estimées par la majorité des professionnels concernés – peuvent être une entrave significative à la transformation des secteurs exigée par les objectifs européens de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. L'étude recommande que soient mis en place des dispositifs d'accompagnement social des mutations qui permettent l'adaptation et la sécurisation des travailleurs face aux mutations structurelles des compétences liées au processus de réduction des gaz à effet de serre. Il s'agirait, au moyen de la négociation sociale, de mobiliser la démarche et les outils de la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC), en associant des outils permettant d'apprécier les évolutions prévisibles qualitatives et quantitatives des emplois, la mise en adéquation de l'offre de formation avec l'évolution des compétences demandées sur le marché du travail et des mesures de soutien du revenu pendant les périodes éventuelles de chômage. Dans ce contexte, la mobilité des travailleurs exigée dans une certaine mesure par les politiques de prévention du changement climatique devra s'appuyer sur des garanties de continuité des droits pour les travailleurs.

Les représentants des travailleurs doivent devenir acteurs et non spectateurs des orientations stratégiques définies et mises en œuvre pour maîtriser les émissions. Il importe d'améliorer

instruments de dialogue social et de négociation collective adaptés aux enjeux du changement climatique devraient être largement développés. L'étude préconise la création d'un Observatoire européen sur les mutations économiques et sociales liées au changement climatique. L'ouverture d'un dialogue tripartite européen (employeurs, syndicats, pouvoirs publics) sur la mise en œuvre des politiques d'adaptation et de prévention est également recommandée. De tels dialogues devraient exister à tous les niveaux (sectoriel, intersectoriel, sectoriel européen), en prenant pour référence les tables rondes sur la mise en œuvre du protocole de Kyoto existant en Espagne. Leur expérience montre clairement qu'il n'y a aucun obstacle de principe – au contraire – à une plus grande implication des partenaires sociaux dans ces questions. Enfin, il importe d'accorder de nouveaux droits aux représentants des travailleurs, afin qu'ils soient informés, consultés et qu'ils puissent participer aux décisions touchant au changement climatique. Ces droits, qui existent déjà dans un certain nombre d'États membres, doivent être étendus à tous les pays de

l'Union européenne ainsi qu'aux comités d'entreprise européens.

De plus amples recherches sur les politiques d'accompagnement social du changement climatique seraient certainement utiles, en particulier des investigations sur des outils et des approches qui ont prouvé pratiquement leur efficacité. Des études de cas de transitions économiques et professionnelles qui ont permis de faire face aux enjeux du changement climatique, au niveau d'entreprises ou de secteurs, pourraient apporter des enseignements précieux sur la manière dont ces politiques peuvent soutenir les politiques du changement climatique. Une telle recherche pourrait se centrer sur les secteurs suivants : l'agriculture et le tourisme pour traiter les aspects liés à l'adaptation, l'industrie (sidérurgie, construction automobile, énergies renouvelables, construction électrique) et les transports (transport routier de marchandises, transports collectifs urbains) pour traiter les aspects liés à la prévention du changement climatique.





# Annexes

## Description des scénarios

	BAU / PRIMES	WI / WWF	EEA-Nucléaire
<b>Scénario type et source</b>	BAU ( <i>business as usual</i> ), scénario 2030, comparé à 1990. Mantzos <i>et al.</i> , 2003 (Primes), complété par le Wuppertal Institute.	“Politiques et mesures”, scénario 2020, comparé à 1990. Lechtenböhmer <i>et al.</i> , 2005, pour le compte du WWF	Variante ‘Nucléaire accéléré’ du scénario EEA LCEP 2030, comparé à 1990. Agence européenne pour l’Environnement (EEA), 2005.
<b>Comparaison</b>	<b>2000 -&gt; 2020</b>	<b>2000 -&gt; 2020</b>	<b>2000 -&gt; 2030</b>
<b>Politiques et mesures</b>	Politiques et mesures de continuité. Sans accent particulier porté sur les politiques climatiques et énergétiques.	Stratégie active de protection du climat : première priorité accordée à l’efficacité énergétique ; système de quotas d’émissions plus sévère ; plus forte pénétration des énergies renouvelables et de la cogénération sur le marché ; conformité au plan actuel de sortie du nucléaire / pas de nouvelle centrale nucléaire ; accent particulier porté sur le secteur des transports ; réforme des impôts et taxe écologique.	Stratégie de protection du climat : améliorations de l’efficacité énergétique les plus importantes à court et moyen termes ; changements dans le mix des combustibles plus importants à long terme ; système de quotas d’émissions intensifié ; nouvelles centrales nucléaires et réévaluation de la politique de sortie du nucléaire ; objectifs pour les énergies renouvelables ; réforme des impôts ; accroissement de la R&D ; augmentation de la sensibilisation.

<b>Technologie et développement technologique</b>	A une large échelle, mise en place de technologies avérées sur le plan pratique. L'efficacité des centrales thermiques augmente de 37 % à 47 %.	A une large échelle, mise en place de technologies avérées sur le plan pratique. L'efficacité des centrales thermiques augmente de 37 % à 49 %.	40 à 50 nouvelles centrales nucléaires en particulier, tels l'EPR ou AP. L'efficacité des centrales thermiques augmente de 37 % à 49,5 %.
<b>Intensité énergétique</b> Industrie Résidentiel Tertiaire Transport	- 1,6 % par an - 1,4 % par an - 1,4 % par an - 0,9 % par an	- 2,7 % par an - 2,6 % par an - 2,7 % par an - 2,1 % par an	(année de base : 1990) - 1,8 % par an - 1,8 % par an - 1,6 % par an - 1,2 % par an
<b>Renouvelables</b>	+ 2,08 % par an (jusqu'à 7,9 %)	+ 4,95 % par an (jusqu'à 21,8 %)	+ 3,0 % par an (jusqu'à 12,5 %)
<b>Mix d'électricité</b> Total Nucléaire RES Thermique Cogénération	+ 1,6 % par an (2,875 -> 3,950 TWh) 32,1 % -> 21,1 % (922 TWh -> 834 TWh) 13,5 % -> 16,6 % 56,2 % -> 64,8 % 12,6 % -> 15,0 %	+ 0,7 % par an (2,875 -> 3,301 TWh) 32,0 % -> 24,1 % (922 TWh -> 795 TWh) 13,5 % -> 38,4 % 55,6 % -> 50,3 % 14,6 %* -> 23,5 %	+ 1,3 % par an (2,898 -> 4,271 TWh) 31,8 % -> 30 % (922 TWh -> 1,281 TWh) 14,6 % -> 27 % 12,6 % -> 17 %
<b>Transport</b> Distance en km par personne Part du transport public ferroviaire et routier Activité de fret par unité de PIB	+ 1,8 % par an - 1,2 % par an (15,7 % -> 12,3 %) - 0,2 % par an	+ 1,6 % par an - 0,0 % par an (15,7 % -> 15,7 %) - 0,5 % par an	Pas de changement significatif dans les modes de transport ; parts du rail et du transport public routier stables
<b>Energy &amp; Emissions</b> Final energy Primary energy GHG emissions CO <sub>2</sub> emissions	+ 1,12 % par an + 0,70 % par an + 0,31 % par an + 0,44 % par an	- 0,11 % par an - 0,19 % par an - 1,73 % par an - 1,78 % par an	+ 0,61 % par an + 0,42 % par an - 0,42 % par an
<b>Économie</b> PIB Population	+ 2,4 % par an + 0,1 % par an	+ 2,4 % par an + 0,1 % par an	+ 2,4 % par an (?) + 0,1 % par an (?)



<b>Investissements</b>	Le coût total des investissements en production d'électricité et de chauffage et en transmission augmente de 1,3 % par an, jusqu'à 91 Md€ en 2030.	Importants, mais rentables, investissements dans l'efficacité énergétique. Doublement des investissements dans les énergies renouvelables ; ceux dans les CHP augmentent de 66 % et ceux pour les centrales thermiques sont diminués d'environ 50 % par rapport au BAU.	Le coût total des investissements en production d'électricité et de chauffage et en transmission augmente de 1,6 % par an, jusqu'à 97 Md€ en 2030.
<b>Énergie importée</b>	+ 1,8 % par an	- 0,2 % par an	+ 1,1 % par an
<b>Coût total des importations d'énergie**</b>	+ 2,0 % à + 2,4 % par an	+ 0,0 % à + 0,5 % par an	Augmentation significative des coûts de l'énergie importée.
<b>Dépendance à l'importation</b>	+ 1,10 % par an (jusqu'à 70 %)	+ 0,03 % par an (jusqu'à 56 %)	+ 0,68 % par an (jusqu'à 57,8 %) ( <i>hors l'uranium</i> )
<b>Évaluation et conclusions</b>	Objectifs de protection du climat non atteints. Haute « vulnérabilité » du système énergétique en raison d'une forte dépendance aux importations. Pas d'efforts supplémentaires nécessaires.	Objectifs de protection du climat atteints. La stratégie d'investissements nationaux réduit la « vulnérabilité ». Investissements largement rentables au niveau macroéconomique. Efforts importants nécessaires de la part de plusieurs acteurs pertinents, en particulier dans le domaine de l'efficacité énergétique, du côté de la demande.	Objectifs de protection du climat atteints seulement avec une considérable réduction des émissions en dehors de l'Europe. Cible très ambitieuse de 40 à 50 centrales nucléaires d'ici à 2030. Le modèle d'équilibre fondé sur les prix amène à un résultat paradoxal : les objectifs de protection du climat ne sont atteints que si les prix sont hauts, à 65 €/t de CO <sub>2</sub> en 2030, bien qu'un potentiel de réduction rentable existe.

\* Dans Mantzos *et al.*, 2003, l'information sur les sites de cogénération est limitée. L'institut Wuppertal a analysé une plus grande part de CHP sur le marché de l'électricité.

\*\* Estimation brute de l'institut Wuppertal, 2006, qui s'appuie sur les prévisions de prix de l'énergie importée des modèles Primes et EWI / Prognos 2005, sur l'hypothèse brute que le coût de l'uranium correspond à environ 5 % des coûts de production de l'électricité nucléaire.

## Bibliographie de la partie I

- Adams R.M., Hurd B.H., Lenhart S., Leary N., "Effects of Global Climate Change on Agriculture: an Interpretative Review", *Climate Research*, vol. 11, 1998, pp.19-30.
- Agnew M.D., Palutikof J.P., "Climate Impacts on the Demand for Tourism", in *Proceedings of the First International Workshop on Climate, Tourism and Recreation*, International Society of Biometeorology, Porto Carras, 5-10 October 2001, pp.41-50.
- Aguiar R., « Energy », chapitre 9, in *Climate Change in Portugal, Scenarios, Impacts and Adaptations Measures*, Projet Siam, Gradiva Publicações, Lisboa, 2002.
- Arnell N., Hulme M., « Implications of Climate Change for Large Dams and their Management », *Thematic Review*, II.2, préparée en tant que contribution à la World Commission of Dams (WCD), Cape Town, 2000, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.dams.org/docs/kbase/thematic/tr22pt4.pdf>, consulté le 28 mars 2006.
- Association of British Insurers (ABI), "Financial Risks of Climate Change", 2005, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.abi.org.uk/climatechange>, consulté le 30 avril 2007.
- Bergström S., Andréasson J., Belgring S., Carlsson B., Graham L.P., Jónsdóttir J.F., Engeland K., Turunen M.A., Vehviläinen B., Førland E.J., « Climate Change Impacts on Hydropower in the Nordic Countries », préparé pour le projet Climate, Water and Energy (CWE), Reykjavík, 2003, disponible sur Internet à l'adresse : [http://www.os.is/cwefiles/downloads/hydro/CWE-hydro-report\\_030522low.pdf](http://www.os.is/cwefiles/downloads/hydro/CWE-hydro-report_030522low.pdf), consulté le 29 mars 2006.
- Berrittella M., Bigano A., Roson R., Tol R.S.J., « A General Equilibrium Analysis of Climate Change Impacts on Tourism », *Tourism Management*, 27, 2006, pp.913-924.
- Bigano A., Gorla A., Hamilton J., Tol R.S.J., « The Effect of Climate Change and Extreme Weather Events on Tourism », The Fondazione Eni Enrico Mattei, *Nota di Lavoro*, 30.2005, 2005, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.feem.it/Feem/Pub/Publications/WPapers/WP2005-030.htm>, consulté le 8 mai 2006.
- Bosello F., Roson R., Tol R.S.J., « Economy-wide Estimates of the Implications of Climate Change: Human Health », *Ecological Economics*, vol. 58, 2006, pp.579-591.
- Bosello F., Zhang J., « Assessing Climate Change Impacts: Agriculture », The Fondazione Eni Enrico Mattei, *Nota di Lavoro*, 94.2005, 2005, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.feem.it/Feem/Pub/Publications/WPapers/WP2005-094.htm>, consulté le 7 mars 2006.
- Bosello F., Lazzarin M., Roson R., Tol R.S.J., « Economy-Wide Estimates of the Implications of Climate Change: Sea Level Rise », The Fondazione Eni Enrico Mattei, *Nota di Lavoro* 96.2004, 2004, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.feem.it/Feem/Pub/Publications/WPapers/WP2004-096.htm>, consulté le 2 mars 2006.
- Bovagnet F.-C., « Employment in Hostels and Restaurants in the Enlarged EU Still Growing », Eurostat, *Statistics in focus, Industry, Trade and Services, Population and Social Conditions*, 13/2005, 2005, disponible sur Internet à l'adresse : [http://epp.eurostat.cec.eu.int/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-NP-05-032/EN/KS-NP-05-032-EN.PDF](http://epp.eurostat.cec.eu.int/cache/ITY_OFFPUB/KS-NP-05-032/EN/KS-NP-05-032-EN.PDF), consulté le 8 mai 2006.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), "Expected Impacts of Climate Change and Risk Assessment", German Government, chapitre 6, in *Third Report by the Government of the Federal Republic of Germany in Accordance with the Framework Convention of the United Nations*, 2001,



disponible sur Internet à l'adresse : <http://unfccc.int/resource/docs/natc/gernc3.pdf>, consulté le 11 avril 2006.

- Cartalis C., Synodinou A., Proedrou M., Tsangrassoulis A., Santamouris M., « Modifications in Energy Demand in Urban Areas as a Result of Climate Changes: an Assessment for the Southeast Mediterranean Region », *Energy Conservation and Management*, 42, 2001, pp.1647-1656.
- Ciais Ph., Reichstein M., Viovy N., Granier A., Ogée J., Allard V., Aubinet M., Buchmann N., Bernhofer Chr., Carrar A., Chevallier F., De Noblet N., Friend A.D., Friedlingstein P., Grünwald T., Heinesch B., Keronen P., Knohl A., Krinner G., Loustau D., Manca G., Matteucci G., Miglietta F., Ourcival J.M., Papale D., Pilegaard K., Rambal S., Seufert G., Soussana J.F., Sanz M.J., Schulze E.D., Vesala T., Valentini R., « Europe-wide Reduction in Primary Productivity Caused by the Heat and Drought in 2003 », *Nature*, vol. 437, 2005, pp.529-533.
- Clark P.U., Pisias N.G., Stocker T.F., Weaver A.J., «The Role of the Thermohaline Circulation in Abrupt Climate Change», *Nature*, vol. 415, 2002, pp.863-869.
- Clausen N.-E., Barthelmie R., Batchvarova E., Gryning S.-E., Pryor S., Tarp-Johansen N.J., Holttinen H., Ólafsson H., Lundsager P., Tammelin B., Bergström H., « Impact from Climate Change on the Wind Energy Potential in the Nordic Region », présenté à la 2004 *European Wind Energy Conference*, Londres, 22-25 novembre 2004, disponible sur Internet à l'adresse : [http://www.os.is/cefiles/wind/EWEC\\_london\\_2004\\_paper\\_final.pdf](http://www.os.is/cefiles/wind/EWEC_london_2004_paper_final.pdf), consulté le 30 mars 2006.
- Comité européen des assurances (CEA), *Climate Change and Natural Events, Insurers Contribute to Face the Challenges*, 2006, non publié.
- Crichton D., « Insurance and Climate Change », *Conference on Climate Change, Extreme Events, and Coastal Cities: Houston and London*, Houston, Texas, 9 février 2005, disponible sur Internet à l'adresse : [http://www.benfieldhrc.org/climate\\_change/insurance\\_and\\_%20climate\\_change.pdf](http://www.benfieldhrc.org/climate_change/insurance_and_%20climate_change.pdf), consulté le 17 mai 2006.
- Darwin R., Tsigas M., Lewandrowski J., Ranases A. 1995, 'World Agriculture and Climate Change, Economic Adaptations', United States Department of Agriculture, *Agricultural Economic Report*, Number 703, <http://www.ers.usda.gov/Publications/aer703/>, viewed 7 March 2006.
- Darwin R.F., Tol R.S.J., «Estimates of the Economic Effects of Sea Level Rise», *Environmental and Resource Economics*, 19, 2001, pp.113-129.
- Deke O., Hooss K.G., Kasten Ch., Klepper G., Springer K., « Economic Impact of Climate Change: Simulations with a Regionalized Climate-Economy Model », *Kiel Working Paper*, n° 1065, 2001, Kiel Institute of World Economics, disponible sur Internet à l'adresse : <http://ideas.repec.org/p/kiel/kieliw/1065.html>, consulté le 22 mars 2006.
- Díaz Jiménez J., Linares Gil C., García Herrera R., « Impacto de las temperaturas extremas en la salud pública: futuras actuaciones », *Revista Española de Salud Pública*, vol. 79, n° 2, 2005, pp.145-157.
- Dlugolecki A., « Climate Change and the Financial Services Industry », *The Insurance Economics*, n° 43, 2001, International Association for the Study of Insurance Economics, Genève.
- Drinkwater K.F., «The Response of Atlantic Cod to Future Climate Change», *ICES Journal of Marine Sciences*, 62, 2005, pp.1327-1337.
- Easterling W., Apps M., « Assessing the Consequences of Climate Change for Food and Forest Resources: a View from the IPCC », *Climatic Change*, 70, 2005, pp.165-189.
- Elsasser H., Bürki R., « Climate Change as a Threat to Tourism in the Alps », *Climate Research*, vol. 20, 2002, pp.253-257.
- Engelhard G.H., Heino M., « Climate Change and Condition of Herring Explain Long-Term Trends in Extent of Skipped Reproduction », International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), *Interim*



Report, IR-06-008, 2006, disponible sur Internet à l'adresse :

[www.iiasa.ac.at/Admin/PUB/Documents/IR-06-008.pdf](http://www.iiasa.ac.at/Admin/PUB/Documents/IR-06-008.pdf), consulté le 27 novembre 2006.

- Commission européenne (EU), "Vulnerability Assessment, Climate Change Impacts and Adaptation Measures", chapitre 5, in *Fourth National Communication from the European Community under the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*, 2006, disponible sur Internet à l'adresse : <http://unfccc.int/resource/docs/natc/eunce4add.pdf>, consulté le 3 avril 2006.
- European Environment Agency (EEA), "Climate Change and River Flooding in Europe", *EEA briefing*, 2005/01, 2005, disponible sur Internet à l'adresse : [http://reports.eea.europa.eu/briefing\\_2005\\_1/en/briefing\\_1\\_2005.pdf](http://reports.eea.europa.eu/briefing_2005_1/en/briefing_1_2005.pdf), consulté le 24 mai 2006.
- European Environmental Agency (EEA), "Impacts of Europe's Changing Climate", *EEA Report*, n° 2/2004, 2004, disponible sur Internet à l'adresse : [http://reports.eea.eu.int/climate\\_report\\_2\\_2004/en/impacts\\_of\\_europes\\_changing\\_climate.pdf](http://reports.eea.eu.int/climate_report_2_2004/en/impacts_of_europes_changing_climate.pdf), consulté le 20 mars 2006.
- European Environmental Agency (EEA), « Mapping the Impacts of Recent Natural Disasters and Technological Accidents in Europe », *Environmental issue report*, n° 35, 2003, disponible sur Internet à l'adresse : [http://reports.eea.europa.eu/environmental\\_issue\\_report\\_2004\\_35/en/accidents\\_032004.pdf](http://reports.eea.europa.eu/environmental_issue_report_2004_35/en/accidents_032004.pdf), consulté le 29 décembre 2006.
- Flechsig M., Gerlinger K., Herrmann N., Klein R.J.T., Schneider M. Sterr H., Schellnhuber H.-J., « Weather Impacts on Natural, Social and Economic Systems (WISE), German Report », Postdam Institute for Climate Impact Research (PIK), *Report*, n° 59, 2000, disponible sur Internet à l'adresse : [http://www.pik-potsdam.de/pik\\_web/publications/pik\\_reports/reports/reports/pr.59/pr59.pdf](http://www.pik-potsdam.de/pik_web/publications/pik_reports/reports/reports/pr.59/pr59.pdf), consulté le 1<sup>er</sup> mai 2006.
- Friends of the Earth (FoEE), *How the European Union responds to the global threat of climate change*, Bruxelles, 2005.
- Garcia C., Gil L., Montero G., « Impactos sobre el sector forestal », chapitre 9, in Moreno Rodríguez J.M. (coord.), *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*, Ministerio del Medio Ambiente, Madrid, 2005.
- Giannakopoulos Ch., Psiloglou B.E., « Trends in Energy Load Demand for Athens, Greece: Weather and Non-weather Related Factors », *Climate Research*, vol. 31, 2006, pp.97-108.
- Good P., Barring L., Giannakopoulos C., Holt T., Palutikof J., « Non-linear Regional Relationships Between Climate Extremes and Annual Mean Temperatures in Model Projections for 1961-2099 over Europe », *Climate Research*, vol. 31, 2006, pp.19-34.
- Guy Carpenter & Company Ltd., « Windstrom Erwin/Gudrun, January 2005 », *Special Practice Briefing*, issue n° 2, 2005, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.dmi.dk/dmi/8januarstormguycarprapport.pdf>, consulté le 17 mars 2006.
- Hamilton J.M., Maddison D.J., Tol R.S.J., « Climate Change and International Tourism: A Simulation Study », *Global Environmental Change*, 15, 2005, pp.253-266.
- Hansen J., Sato M., Ruedy R., Lo K., Lea D.W., Medina-Elizade M., « Global Temperature Change », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 103, n° 39, 2006, pp.14288-14293.
- Hulme M., Barrow E.M., Arnell N.W., Harrison P.A., Johns T.C., Downing T.E., « Relative Impacts of Human-induced Climate Change and Natural Climate Variability », *Nature*, vol. 397, 1999, pp.688-691.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2001a, *Climate change 2001: The Scientific Basis, Third Assessment Report*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.



- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2001b, *Climate change 2001: Impacts, Adaptations and Vulnerability, Third Assessment Report*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Jacob H.B. 2005, 'Folgen, Massnahmen und Kosten des Klimawandels für Obstbau in Hessen', Im Rahmen des Integrierten Klimaschutzprogramms Hessen 2012 Baustein II, <http://www.hlug.de/medien/luft/inklim/dokumente/endberichte/obstbau.pdf>, viewed 13 July 2006.
- Jouhette S., Romans F. 2005, 'EU Labour Force Survey, Principal results 2004', Eurostat, *Statistics in focus*, Population and social conditions, 9/2005, [http://www.eu-datashop.de/en/downloads/sif/nk\\_05\\_09.pdf](http://www.eu-datashop.de/en/downloads/sif/nk_05_09.pdf), viewed 25 July 2006.
- Kemfert C., « Die ökonomischen Kosten des Klimawandels », Wochenbericht des Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), 42/04, 2004, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.diw-berlin.de/deutsch/produkte/publikationen/wochenberichte/docs/04-42-1.html>, consulté le 10 avril 2006.
- Kemfert C., « An Integrated Assessment Model of Economy-Energy-Climate – The Model Wiagem », *Integrated Assessment*, vol. 3, n° 4, 2002, pp.281-298.
- Kennedy D., Hanson B., « Ice and History », *Science*, vol. 311, 2006, p.1673.
- Kerr R.A., "A Worrying Trend of Less Ice, Higher Seas", *Science*, vol. 311, 2006, pp.1698-1701.
- Klinedinst P.L., Wilhite D.A., Leroy Hahn G., Hubbard K.G., « The Potential Effects of Climate Change on Summer Season Dairy Cattle Milk Production and Reproduction », *Climatic Change*, 23, 1993, pp.21-36.
- Koenig U., Abegg B., « Impacts of Climate Change on Winter Tourism in the Swiss Alps », *Journal of Sustainable Tourism*, vol. 5, n° 1, 1997, pp.47-58.
- Kundzewicz Z.W., Radziejewski M., Piskwar I., « Precipitation extremes in the changing climate of Europe », *Climate Research*, vol. 31, 2006, pp.51-58.
- van Lieshout M., Kovats R.S., Livermore M.T.J., Martens P., « Climate Change and Malaria: Analysis of the SRES Climate and Socio-economic Scenarios », *Global Environmental Change*, 14, 2004, pp.87-99.
- Link P.M., Tol R.S.J., « Possible Economic Impacts of a Shutdown of the Thermohaline Circulation: an Application of FUND », *Portuguese Economic Journal*, 3, 2004, pp.99-114.
- Long S.P., Ainsworth E.A., Leakey A.D.B., Nösberger J., Ort D.R., « Food for Thought: Lower-than-Expected Crop Yield Stimulation with Rising CO<sub>2</sub> Concentrations », *Science*, vol. 312, 2006, pp.1918-1921.
- López Zafra J.M., Sánchez de Tembleque L.J., Meneu Ferre V., « Impactos sobre el sector energético », chapitre 13, in Moreno Rodríguez J.M. (coord.), *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*, Ministerio del Medio Ambiente, Madrid, 2005.
- Lundmark L., Jansson B., Pahekevich A., *Report on Forestry Sector Vulnerability and Baseline Scenarios*, Balance project, Second Periodic Report, 2005, disponible sur Internet à l'adresse : [http://balance1.uni-muenster.de/balance\\_data/exchange/D %203\\_3.pdf](http://balance1.uni-muenster.de/balance_data/exchange/D%203_3.pdf), consulté le 30 avril 2006.
- Nakicenovic N., Swart R., *Emissions Scenarios, A Special Report of the Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- Martinez-Alier J., Munda G., O'Neill J., « Weak Comparability of Values as a Foundation for Ecological Economics », *Ecological Economics*, 26, 1998, pp.277-286.
- Martrat B., Grimalt J.O., Lopez-Martinez C., Cacho I., Sierro F.J., Abel Flores J., Zahn R., Canals M., Curtis J.H., Hdell D.A., « Abrupt Temperature Changes in the Western Mediterranean over the Past 250,000 Years », *Science*, vol. 306, 2004, pp.1762-1765.
- McEvoy D., Handley J.F., Cavan G., Aylen J., Lindley S., McMorrough J., Glynn S., *Climate Change and the Visitor Economy: the challenges and opportunities for England's Northwest*, Sustainability Northwest (Manchester)

and UKCIP (Oxford), 2006, disponible sur Internet à l'adresse :

[http://www.snw.org.uk/tourism/downloads/CCVE\\_Challenges\\_And\\_Opportunities.pdf](http://www.snw.org.uk/tourism/downloads/CCVE_Challenges_And_Opportunities.pdf), consulté le 27 novembre 2006.

- McGranahan G., Balk D., Anderson B., « Low Coastal Zone Settlements » , *Tiempo*, Issue 59, 2006, pp.23-26.
- McMichael A.J., Woodruff R.E., Hales S., « Climate Change and Human Health: Present and Future Risks » , *The Lancet*, vol. 367, 2006, pp.859-869.
- Mendelsohn R., Dinar A., Williams L., « The Distributional Impact of Climate Change on Rich and Poor Countries » , *Environment and Development Economics*, 11, 2006, pp.159-178.
- Mendelsohn R., Morrison W., Schlesinger M.E., Andronova N.G., « Country-specific Market Impacts of Climate Change » , *Climatic Change*, 45, 2000, pp.553-569.
- Milbank N., « Building Design and Use, Response to Climate Change » , *Architects Journal*, 89, 1989, pp.59-63.
- Mills E., « Insurance in a Climate of Change » , *Science*, vol. 309, 2005, pp.1040-1044.
- Milly P.C.D., Wetherald R.T., Dunne K.A., Delworth T.L., « Increasing Risk of Great Floods in a Changing Climate » , *Nature*, vol. 415, 2002, pp.514-517.
- Ministerio de Medio Ambiente, «Evaluación de la vulnerabilidad, efectos del cambio climático y medidas de adaptación», Spanish Government, in *Cuarta comunicación nacional de España, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, 2006, disponible sur Internet à l'adresse : <http://unfccc.int/resource/docs/natc/spanc4.pdf>, consulté le 11 avril 2006.
- Ministry of Sustainable Development 2005, 'Vulnerability assessment, climate-change impacts and adaptation', Swedish Government, chapter 6 in *Sweden's fourth national communication on climate change under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*, <http://unfccc.int/resource/docs/natc/swenc4.pdf>, viewed 6 April 2006.
- Modelling the Impacts of Climate Extremes (MICE), «Summary of Final Report», 2005, disponible sur Internet à l'adresse : [http://www.cru.uea.ac.uk/projects/mice/FINAL\\_VERSION\\_MICE\\_REPORT.pdf](http://www.cru.uea.ac.uk/projects/mice/FINAL_VERSION_MICE_REPORT.pdf), consulté le 20 avril 2006.
- Moriondo M., Good P., Durao R., Bindi M., Giannakopoulos C., Corte-Real J., « Potential Impact of Climate Change on Fire Risk in the Mediterranean Area » , *Climate Research*, vol. 31, 2006, pp.85-95.
- Mudelsee M., Böttingen M., Tetzlaff G., Grünwald U., « No Upward Trends in the Occurrence of Extreme Floods in Central Europe » , *Nature*, vol. 425, 2003, pp.166-169.
- Murray T., « Greenland's Ice on the Scales » , *Nature*, vol. 443, 2006, pp.277 - 278.
- Nieto Sainz J., « Cambio climático y Protocolo de Kioto: efectos sobre el empleo, la salud y el medio ambiente » , *Información Comercial Española (ICE)*, n° 822, 2005, pp.25-38.
- Nordhaus W.D., Boyer J., « The Impacts of Climate Change » in *Warming the World, Economic Models of Global Warming*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2000, pp.69-98.
- O'Brien K., Eriksen S., Sygna L., Naess L.O., « Questioning Complacency: Climate Change Impacts, Vulnerability, and Adaptation in Norway » , *Ambio*, vol. 35, n° 2, 2006, pp.50-56.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *The Benefits of Climate Change Policies, Executive Summary*, 2006, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.oecd.org/dataoecd/40/33/34090686.pdf>, consulté le 6 octobre 2006.
- Olesen J.E., Bindi M., « Consequences of Climate Change for European Agricultural Productivity, Land Used and Policy » , *European Journal of Agronomy*, 16, 2002, pp. 239-262.



- Overpeck J.T., Otto-Bliesner B.L., Miller G.H., Muhs D.R., Alley R.B., Kiehl J.T., “Paleoclimatic Evidence for Future Ice-sheet Instability and Rapid Sea-level Rise”, *Science*, vol. 311, 2006, pp.1747-1750.
- Palmer T.N., Räisänen J., « Quantifying the Risk of Extreme Seasonal Precipitation Events in a Changing Climate », *Nature*, vol. 415, 2002, pp.512-514.
- Parry M.L. (ed.), *Assessment of Potential Effects and Adaptations for Climate Change in Europe. The Europe Acacia Project*, Jackson Environment Institute, University of East Anglia, Norwich, 2000.
- Parry M., Rosenzweig C., Iglesias A., Fischer G., Livermore A., « Climate Change and World Food Security: a New Assessment », *Global Environmental Change*, 9, 1999, S51-S67.
- Pashkevich A., « Impacts of Climate Change on Major Economic Sectors of the European North » in Lange M.A., Poszig D. (eds.), *Integrated Regional Impact Studies in the European North: Basic Issues, Methodologies and Regional Climate Modelling – II (IRISEN-II)*, Proceedings of an Advanced Study Course at Abisko Scientific Research Station, Sweden, 20 July – 3 August 2002, Centre for Environmental Research, University of Münster, 2004.
- Perry A., « More Heat and Drought – Can Mediterranean Tourism Survive and Prosper? » in *Proceedings of the First International Workshop on Climate, Tourism and Recreation*, International Society of Biometeorology, Porto Carras, 5-10 octobre 2001, pp.35-40.
- Perry A., « Impacts of Climate Change on Tourism in the Mediterranean: Adaptive Responses », The Fondazione Eni Enrico Mattei, *Nota di Lavoro* 35.2000, 2000, disponible sur Internet à l’adresse : <http://www.feem.it/Feem/Pub/Publications/WPapers/WP2000-035.htm>, consulté le 6 septembre 2006.
- Piñol J., Terradas J., Lloret F., « Climate Warming, Wildfire Hazard, and Wildfire Occurrence in Coastal Eastern Spain », *Climatic Change*, 38, 1998, pp.345-357.
- Piserra T., Nájera A., Lapieza R., « Impactos sobre el sector del seguro », chapitre 15, in Moreno Rodríguez J.M. (coord.), *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*, Ministerio del Medio Ambiente, Madrid, 2005.
- Rehdanz K., Hamilton J., « Valuing the Impacts of Climate Change » in Lange M.A., Poszig D. (eds.), *Integrated Regional Impact Studies in the European North: Basic Issues, Methodologies and Regional Climate Modelling – II (IRISEN-II)*, Proceedings of an Advanced Study Course at Abisko Scientific Research Station, Sweden, 20 July – 3 August 2002, Centre for Environmental Research, University of Münster, 2004.
- Rose G.A., “On the distributional responses of North Atlantic fish to climate change”, *ICES Journal of Marine Sciences*, 62, 2005, pp.1360-1374.
- Roson R., “Modelling the Economic Impact of Climate Change”, *EEE Working Papers Series*, n° 9, 2003, disponible sur Internet à l’adresse : [http://www.ictp.trieste.it/~eee/files/WP9 %20- %20Roson.pdf](http://www.ictp.trieste.it/~eee/files/WP9%20-%20Roson.pdf), consulté le 28 mars 2006.
- Salz P., Buisman E., Smit J., de Vos B., “Employment in the Fisheries Sector: Current Situation”, European Commission, Final report, FISH/2004/4, 2006, disponible sur Internet à l’adresse : [http://ec.europa.eu/fisheries/publications/studies/employment\\_study\\_2006.pdf](http://ec.europa.eu/fisheries/publications/studies/employment_study_2006.pdf), consulté le 22 août 2006.
- Sánchez A.B., Dalle M., *Cambio climático, Efectos en el sector agrario*, Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), 2005, disponible sur Internet à l’adresse : <http://www.istas.ccoo.es/descargas/CCAgrario.pdf>, consulté le 24 mai 2006.
- Sánchez A.B., Dalle M., *Cambio climático, Efectos sobre el turismo*, Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), 2005, disponible sur Internet à l’adresse : <http://www.istas.ccoo.es/descargas/CCTuris.pdf>, consulté le 24 mai 2006.



- Sánchez A.B., Dalle M., *Cambio climático, Efectos sobre los sectores productivos (energético, industrial y otros)*, Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), 2005, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.istas.ccoo.es/descargas/CCSecProd.pdf>, consulté le 24 mai 2006.
- Van Schalkwyk M., "Setting Priorities", in *Our Planet*, United Nations Environment Program, vol. 17, n° 2, 2006, pp.8-9.
- Schmidt H.-W., "Tourism in the enlarged European Union", Eurostat, *Statistics in focus, Industry, Trade and Services, Population and Social Conditions*, 13/2005, 2005, disponible sur Internet à l'adresse : [http://epp.eurostat.cec.eu.int/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-NP-05-013/EN/KS-NP-05-013-EN.PDF](http://epp.eurostat.cec.eu.int/cache/ITY_OFFPUB/KS-NP-05-013/EN/KS-NP-05-013-EN.PDF), consulté le 8 mai 2006.
- Sohngen B., Mendelsohn R., Sedjo R., "A Global Model of Climate Change Impacts on Timber Markets", *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 26(2), 2001, pp.326-343.
- Sousa Reis C., "Fisheries", chapitre 11 in *Climate Change in Portugal, Scenarios, Impacts and Adaptations Measures*, Siam Project, Gradiva – Publicações, Lisboa, 2002.
- Stern N., "The Impacts of Climate Change on Growth and Development", Part II, *Stern Review on the Economics of Climate Change*, 2006, disponible sur Internet à l'adresse : [http://www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/sternreview\\_index.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm), consulté le 21 novembre 2006.
- Swiss Re, United Nations Development Programme (UNDP), *Climate Change Futures, Health, Ecological and Economic Dimensions*, The Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School, 2005, disponible sur Internet à l'adresse : [http://www.climatechange-futures.org/pdf/CCF\\_Report\\_Final\\_10.27.pdf](http://www.climatechange-futures.org/pdf/CCF_Report_Final_10.27.pdf), consulté le 30 mars 2006.
- Tol R.S.J., "Estimates of the Damage Costs of Climate Change, part 1: Benchmark Estimates", *Environmental and Resource Economics*, 21, 2002, pp.47-73.
- Toman M., "Values in the Economics of Climate Change", *Environmental Values*, 15, 2006, pp.365-379.
- Vellinga P., Mills E., "Insurance and other Financial Services", chapitre 8, in *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge university Press, Cambridge, 2001.
- Venäläinen A., Tammelin B., Tuomenvirta H., Jylha K., Koskela J., Turunen M.A., Vehviläinen B., Forsius J., Järvinen P., "The Influence of Climate Change on Energy Production & Heating Energy Demand in Finland", *Energy & Environment*, vol. 15, n° 1, 2004, pp.93-109.
- Viner D., Agnew M., "Climate Change and Its Impacts on Tourism", rapport élaboré pour WWF-UK, Climatic Research Unit, University of East Anglia, Norwich, 1999, disponible sur Internet à l'adresse : [http://www.wwf.org.uk/filelibrary/pdf/tourism\\_and\\_cc\\_full.pdf](http://www.wwf.org.uk/filelibrary/pdf/tourism_and_cc_full.pdf), consulté le 6 septembre 2006.
- Watkiss P., Downing T., Handley C., Butterfield R., *The Impacts and Costs of Climate Change*, rapport final commandé par la Commission européenne à la DG Environnement, 2005, disponible sur Internet à l'adresse : [http://europa.eu.int/comm/environment/climat/pdf/final\\_report2.pdf](http://europa.eu.int/comm/environment/climat/pdf/final_report2.pdf), consulté le 26 juillet 2006.
- WISE (Weather Impacts on Natural, Social and Economic Systems), *Workshop on Economic and Social Impacts of Climate Extremes*, Amsterdam, 14-16 octobre 1999, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/projects/wise/workshop/report.pdf>, consulté le 19 avril 2006.
- World Health Organization (WHO), "Climate Change and Human Health – Risks and Responses", Résumé, 2003, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.who.int/globalchange/climate/en/ccSCREEN.pdf>, consulté le 31 mai 2006.
- World Tourism Organisation (WTO), *Tourism Market Trends 2005*, 2005, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.world-tourism.org/facts/menu.html>, consulté le 26 juillet 2006.





- World Wide Fund for Nature (WWF), *Stormy Europe, the power sector and extreme weather*, PowerSwitch! Campaign, Gland, 2006.
- Worm B., Barbier E. B., Beaumont N., Duffy J.E., Folke C., Halpern B.S., Jackson J.B.C., Lotze H.K., Micheli F., Palumbi S.R., Sala E., Selkoe K.A., Stachowicz J.J., Watson R., “Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services”, *Science*, vol. 314, 2006, pp.878-790.

## Bibliographie de la partie II

- OCDE, « Politiques de l'environnement et emploi », in *The Forgotten Benefits of Climate Change Mitigation: Innovation, Technological Leapfrogging, Employment, and Sustainable Development*, OECD ENV/EPOC/GSP(2003)16/FINAL, étude coordonnée par le professeur R. V. Sprenger, IFO, Munich, 1997.
- OCDE, *Economy-wide Employment Impacts Resulting from the Implementation of the Kyoto Protocol: A Simulation Using the NEMESIS Model*, doc ENV/EPOC/WPNEP(2003)5, Paris, 2003.
- Prognos, *Employment Impacts of Climate Change Policies*, Cologne, mars 2001.
- *Fiscalité de l'environnement*, rapport du Conseil d'analyses économiques, 1998.
- Kohlhaase, *Gesamtwirtschaftliche Effekte des ökologischen Steuerreform*, rapport final du Umweltbundesamt, FKZ 204-41-194, DIW, Berlin, 2005.
- Commission européenne, communication « Vaincre le changement climatique planétaire », 2005.
- Commission européenne, communication « Création d'un marché mondial du carbone, rapport en vertu de l'article 30 de la directive 2003/87/CEE », 2006.
- Schelhaase J., *Arbeitsplätze durch Klimaschutz*, Prognos, étude pour le compte du Umweltbundesamt, Cologne, 2000.
- Schleich J. et al., *Endogenous Technological Change and CO<sub>2</sub> Emissions, the Case of Energy-intensive Industries in Germany*, Stuttgart, 2006.
- Institut Bruno Leoni, *Global Insight*, 2003.

## Bibliographie de la partie III

### Secteur énergétique

- Adas Consulting Ltd, University of Newcastle, *Renewable Energy and Its Impact on Rural Development and Sustainability in the UK*, 2003.
- Ademe, *Capture et stockage géologique du CO<sub>2</sub> : les perspectives*, François Moisan, directeur de la Stratégie et de la Recherche, 2006.
- Bataille C., Galley R., *L'aval du cycle nucléaire. Tome II : Les coûts de production de l'électricité*, Rapport n° 1359, Sénat, 3 février 1999.
- Bremerenerie Institut, *Renewable Energies - Environmental Benefits, Economic Growth and Job Creation*, Wolfgang Pfaffenberger, Karin Jahn, Martha Djourdjin, 2006.

- Bureau fédéral du Plan, *Perspectives énergétiques pour la Belgique à l'horizon 2030*, Dominique Gusbin, Bruno Hoornaert, janvier 2004.
- Bureau fédéral du Plan, *Demande maîtrisée d'électricité : élaboration d'une projection à l'horizon 2020*, D. Gusbin, octobre 2004.
- Chris Hewett, Julie Foley, *Employment Creation and Environmental Policy: a Literature Review - A Report*, Public Policy Research Associates Ltd, commandé par le Trade Union Sustainable Development Advisory Committee (TUSDAC), octobre 2000.
- CNRS / LEPII-EPE (France), RIVM / MNP (Pays-Bas), ICCS-NTUA (Grèce), CES-KUL (Belgique), *Greenhouse Gas Reduction Pathways in the Unfccc Process up to 2025*, 2003.
- Deloitte, *Energy, Infrastructure and Utilities – 2020 Vision the Next Generation, Meeting UK Power Generation Objectives in 2020 - a Strategic Insight*, 2006.
- DG TREN, *European Energy and Transport, Scenarios on Energy Efficiency and Renewables*, 2006.
- DG TREN, *European Energy and Transport Scenarios on Key Drives*, 2004.
- DG TREN, *Energy & Transport 2005 : General Data*.
- DG TREN, *Energy Stats 2005*.
- DLR Institute, *Energy Revolution: A Sustainable Pathway to a Clean Energy Future for Europe a European Energy Supply Scenario Developed on Behalf of Greenpeace International*, Wolfram Krewitt- DGEMP, groupe Facteur 4, 13 décembre 2005, Paris.
- DGEMP, *Étude pour une prospective énergétique concernant la France*, Observatoire de l'énergie et direction générale de l'Énergie et des Matières premières, février 2005.
- DTI, *Energy Review – A Report*, The Energy Challenge, 2006.
- DWTMA, *Employment in the Wind Power Industry*, Wind Power Note 2, mars 1996.
- Ecofys, *Economic Evaluation of Sectoral Emission Reduction Objectives for Climate Change- Economic Evaluation of Carbon Dioxide and Nitrous Oxide Emission Reductions in Industry in the EU Bottom-up Analysis*, 2001.
- Econotec, *Modèle EPM : analyse prévisionnelle des émissions de gaz à effet de serre en Belgique en 2010*, Rapport final, 2002.
- Ecotec Research & Consulting Limited, *Renewable Energy Sector in the EU: its Employment and Export Potential – A Final Report to DG Environment*, 2002.
- EEA, *Climate Change and European Low-carbon Energy System*, Report n° 1, 2005.
- Endesa, *El protocolo de Kyoto en el marco del diálogo social - Las respuestas de los sectores afectados, El Sector Eléctrico*, Fernando Ordóñez Monteagudo, Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Endesa SA, Jornadas andaluzas sobre las consecuencias sociales y de empleo de las políticas de mitigación del cambio climático, Séville, novembre 2006.
- Enerdata Lepii, *Étude pour une prospective énergétique concernant la France*, rapport final, Convention n° 03.2.18.09.07, Observatoire de l'énergie, direction générale de l'Énergie et des Matières premières, décembre 2005.
- Antoine Bonduelle et Mathias Lefevre, *Eole ou Pluton*, rapport commandité par Greenpeace, décembre 2003.
- ESD, Greenpeace, *Offshore Wind Onshore jobs – a new industry for Britain*, 2004.
- Eurec Agency, *FP7 Research Priorities for the Renewable Energy Sector*, 2006.
- Eurelectric, *Statistics and prospects for the European electricity sector – 1980-1990, 2000-2020*, Europrog, 2005.
- Commission européenne, *Plan d'action dans le domaine de la biomasse*, Communication de la Commission, 2005.



- Commission européenne, *World Energy, Technology and Climate Policy Outlook – WETO 2030*, 2003.
- Commission européenne, *World Energy Outlook H2O– WETO 2050*, 2006.
- Commission européenne, *Pour une Europe de l'énergie propre, sûre et efficace*, 2003.
- Commission européenne, *A Vision for Photovoltaic Technology*, Report by the Photovoltaic Technology Research Advisory Council (PV-TRAC), 2005.
- Commission européenne, *European CO<sub>2</sub> Capture and Storage*, 2004.
- EWA, *Wind Energy – The Facts*, Volume 3, “Industry & Employment”.
- EWI Progno, “The Trend of Energy Markets up to the Year 2030”, *Reference Forecast for the Energy Sector Energy*, Report IV, 2005.
- Fondri, *Prospective énergétique à 2050, contrainte carbone et changements structurels*, Patrick Criqui, Silvana Mima, Christophe Rynikiewicz, Lepii-Epe, 2006.
- Iddri, *Scenarios for France nes cop11/ mop1 side event, Global Challenges Toward Low-Carbon Economy Focus on Country-Specific Scenario Analysis*, Hubert Kieken, décembre 2005.
- IEA, *World Energy Outlook*, 2006.
- IEA, *Energy technology perspectives – Scenarios & strategies to 2050*, 2006.
- Institute of Communication and Computer Systems of National Technical University of Athens, *The Economic Effects of EU-Wide Industry-Level Emission Trading to Reduce Greenhouse Gases; Results from Primes Energy Systems Model*, E3M Lab, Prof. P. Capros, Dr. L. Mantos, mai 2000.
- IZT, Institute for Futures Studies and Technology Assessment, *Delphi Report EurEnDel- Technology and Social Visions for Europe's Energy Future a Europe-wide Delphi Study*, 2004.
- MIES, Radanne, *Reducing CO<sub>2</sub> Emissions Fourfold in France by 2050*, 2004.
- Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, ministère de l'Écologie et du Développement durable, *The Factor 4 Objective: Addressing the Climate Challenge in France*, rapport du groupe de travail “Achieving a Fourfold Reduction in Greenhouse Gas Emissions in France by 2050”, présidé par Christian de Boissieu, 2006.
- Mitre, *Meeting the Targets & Putting Renewables to Work*, Altener Programme.
- NEGAWATT, *Scénario négaWatt pour un avenir énergétique sobre, efficace et renouvelable*, 2004.
- NJPIRG Law and Policy Center, Dave Algosos, Emily Rusch, *Renewables Work*, 2004.
- Job Growth, *Renewable Energy Development in the Mid-Atlantic*, printemps 2004.
- OCDE, *Le changement climatique et l'emploi*, 2001.
- OCDE, *Labour / Management Programme Joint Meeting of Management and Trade Union Experts on Climate Change and Employment*, Paris, 12 octobre 2001.
- OCDE, *Working Party on National Environmental Policy Environment and Employment: an Assessment*, 2004.
- Observer, *Worldwide Electricity Production from Renewable Energy Sources*, 2005.
- Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, *Les nouvelles technologies de l'énergie et la séquestration du dioxyde de carbone : aspects scientifiques et techniques*, 2006.
- Öko-Institut e.V., *Innovative Approaches to the Creation of Jobs in Environmental Protection - Summary of the Research Project*, n° 201 14 111 du Ufoplan 2001, pour la Federal Environmental Protection Agency (Umweltbundesamt), Berlin, juin 2003.
- Pfaffenberger, Jahn & Djourdjin, *Case Study Paper : Renewable Energies – Environmental Benefits , Economic Growth and Job Creation*, Wolfgang Pfaffenberger, Karin Jahn, Martha Djourdjin, article préparé pour le “Green Roads to Growth Forum”, Copenhague, mars 2006.

- Predac, *New Jobs in the Field of Renewable Energy and Rational Use of Energy in the European Union*, 2003.
- Quirion P., *Calcul du contenu en emplois nationaux, directs et indirects, de la demande adressée aux différentes branches de l'économie française*, note du 8 février 2006.
- REN21, *Renewables, Global Status Report*, 2005.
- Save contract XVII/4.1031/D/97-032, *National and Local Employment Impacts of Energy Efficiency Investment Programmes*, rapport final à la Commission, avril 2000.
- Save contract XVII/4.1031/D/97-032, ECN-C--99-060, *Case Studies On Energy Conservation And Employment in the Netherlands, Subsidy on Condensing Boilers, Subsidy on Energy Management Systems and Introduction of an Energy Performance Standard (EPN)*, P.G. Dougle & R.J. Oosterheert, octobre 2000.
- SFEN GR 21, C. Acket, P. Bacher, *France : perspectives énergétiques pour 2050*, 2004.
- Solar Generation, *Solar Electricity over One Billion People and Two Million Jobs by 2020*, EPIA Greenpeace, septembre 2006.
- Tekes, *Developing Technology for Large-scale Production of Forest Chips Wood Energy Technology Programme 1999*, 2003.
- TUC, *A Sustainable Energy Policy- TUC Response to the Government's Energy Review*, 2006.
- Tusdac, *Greening the Workplace, a Report by the Tusdac Unions*, juin 2005.
- Tusdac, *Employment Creation and Environmental Policy: a Literature Review*, Chris Hewett et Julie Foley, rapport du Public Policy Research Associates Lt, commandé par le Trade Union Sustainable Development Advisory Committee, octobre 2000.
- Umweltbundesamt, *Environmental Protection and Employment. The Link for a Worthwhile Future*, 1998.
- University of California Berkeley, Daniel M. Kammen, Kamal Kapadia, Matthias Fripp, *Putting Renewables to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate?*, avril 2004.
- VTT Processes Jyviskylä, *Distributed Generation for Sustainable Development, Case Finland*, Research Manager Satu Helynen, 2005.
- World Business Council for Sustainable Development, *Pathways to 2050 Energy & Climate Change*, 2005.
- World in German Advisory Council, *Transition Towards Sustainable Energy Systems*, 2003.
- Wuppertal Institut, *Target 2020 : Policies and Measures to Reduce Greenhouse Gas Emission in the EU*, 2005.
- Wuppertal Institut, *Long-term Scenarios for a Sustainable Energy Future in Germany*, 2002.
- Research project for the German Umweltbundesamt, UFOPLAN FKZ 200 97 104- 2002 ZEW, *The Impacts of the European Emissions Trading Scheme on Competitiveness and Employment in Europe*, rapport commandé par le World Wide Fund for Nature (WWF), 2006.

## Secteur des transports

- Catram, *Étude sur l'intérêt d'une normalisation des unités de chargement intermodales pour développer le transport combiné européen*, 2005.
- CNT, *Les dossiers de l'observatoire Transports Europe*, dossier n°2 : « Le fret ferroviaire en Europe », 2001.
- Concave Europcar, *Well-to-wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context*, 2006.
- Conseil national des transports, *L'effet de serre et les transports : les potentialités des permis d'émission négociables*, 2001.
- DAEI-SESP, *La demande de transport en 2025, Éléments d'évaluation environnementale*, octobre 2004.



- DAEI-SESP, Samarcande, *Le transport léger - Situation et perspectives*, juin 2005.
- DG TREN, *European Energy and Transport Scenarios on Key Drives*, 2004.
- DG TREN, *Energy & Transport 2005 : General Data*, 2005.
- DG TREN, *Sustainable Mobility – Results from the Transport Research Programme*, 2001.
- DG TREN, *Intermodal Freight Terminals - In search of efficiency to support intermodality growth*, 2006.
- DG TREN, *European Energy and Transport – Trends to 2030*, mise à jour en 2005.
- DG TREN, *Energy and transport figures 2005*, partie 3: “Transport”, 2005.
- ECOTEC, *Less Traffic, More Jobs: The Direct Employment Impacts of Developing a Sustainable Transport System in the United Kingdom*, 1997.
- Commission européenne, *White paper – European Transport policy for 2010 – Time to Decide*, 2001.
- Commission européenne, RTD Energy, *European Fuel Cell and Hydrogen Projects 2002-2006*.
- EEA, *Transport and Environment: Facing a Dilemma TERM 2005: Indicators Tracking Transport and Environment in the European Union*, 2006.
- France Nature et Environnement, *Pour une politique européenne de transports soutenables « Passons des discours à la mise en œuvre »*, commentaires et propositions, décembre 2005.
- *La mobilité durable : Mesures pour une politique durable des transports en Europe*, document présenté par Michael Cramer, député européen, dans le cadre de la campagne « Stop aux changements climatiques », juillet 2006.
- MTETM, *Le bilan social annuel du TRM*, mars 2006.
- Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, rapport *Définition et implications du concept de voiture propre*, par Christian Cabal et Claude Gatignol, 2005.
- PLS Ramboll Management, *Potential of Community policies for Employment Promotion Transport and Energy*, août 2002.
- RAC France, *Transports et changements climatiques : un carrefour à haut risque*, 2004.
- SES, *L'emploi dans le transport routier de voyageurs : bilan social du transport routier de voyageurs*, février 2004.
- Tusdac, *Employment Creation and Environmental Policy: a literature review*, Chris Hewett and Julie Foley, rapport de Public Policy Research Associates Lt, commandé par le Trade Union Sustainable Development Advisory Committee, 2000.
- VCD e.V. Verkehrsclub Deutschland Öko-Institut e.V., *Chief Benefits for the Future New Jobs Created with Environmentally-compatible Traffic*, 1998.
- Working Group under the Joint Expert Group on Transport and Environment Reduction of Energy Use in Transport, *Final Report 18.01.2006*, 2006.

## Secteur sidérurgique

- Agence internationale de l'Énergie, Julia Reinaud, *Industrial Competitiveness under the European Union Emissions Trading Scheme*, février 2005.
- Agence internationale de l'Énergie, *Energy Technology Perspectives. Scenarios & Strategies to 2050*, 2006.
- René-François Bizec, *Gaz à effet de serre et changement climatique, quantification et instruments de lutte contre les émissions*, Afnor, 2006.
- Crédit agricole Cheuvreux, *Impact carbone sur la sidérurgie*, novembre 2006.



- Patrick Criqui et Christophe Rynikiewicz *Scenarios of Energy and Environment Futures Impacting the Selection and Diffusion of Ucos Technologies*, 2<sup>e</sup> séminaire Ucos, 2005.
- Defra, Entec UK Ltd, *EU Emissions Trading Scheme Phase II: Iron and Steel Sector*, rapport final, mars 2006.
- Patrick Criqui, Silvana Mima, Christophe Rynikiewicz, LEPII-EPE CNRS, *Prospective énergétique à 2050, contrainte carbone et changements structurels*, atelier du 4 avril 2006 « Vers une représentation des économies sous contrainte carbone : enjeux structurels, industriels et technologiques », Fondri, 2006.
- Eurofer, *Eurofer's Concerns Regarding the Future EU Climate Change Policy (Post-2012)*, 2004.
- Eurofer, *The position of the European steel industry on "An energy policy for Europe"*, 25 avril 2006.
- European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, *Industrial relations in the steel industry*, mai 2005.
- Fercis, Fiches préparatoires au séminaire « Le changement climatique et l'acier », octobre 2006.
- Institute for Prospective Technological Studies, *Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions from the World Iron and Steel Industry*, communautés européennes, mars 2003.
- European Steel Technology Platform, *From a Strategic Research Agenda to Implementation: "A Vision for the Future of the Steel Sector"*, Commission européenne, mars 2006.
- *Metal Bulletin*, 2005-2006.
- OCDE, *Environmental Policy in the Steel Industry: Using Economic Instruments*, janvier 2003.
- Position Paper of the Alliance of Energy Intensive Industries, *Further Guidance on Allocation Plans for 2008-2012*, Bruxelles, 1<sup>er</sup> février 2006.
- Christophe Rynikiewicz, *Transitions for Radical Changes in the European Steel Industry*, Lepi Epe CNRS, Anvers, octobre 2005.
- Syndex et Isa Consult, « La sidérurgie européenne du nouveau millénaire, prévisions d'emplois 1997-2007 », in *Le rôle des comités d'entreprise européens dans la restructuration de l'industrie européenne du charbon et de l'acier*, rapport FEM / EMCEF, avril 1998.
- Syndex et Isa Consult, *Les changements structurels de l'industrie sidérurgique européenne*, rapport FEM, Bruxelles, juin 2004.

## Secteur cimentier

- Commission européenne, *Best Available Techniques Reference Document in the Cement and Lime Manufacturing Industries*, European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB), IPTS, Sevilla, 2000.
- Szabo L., Hidalgo I., Ciscar J.-C., Soria A., Russ P., "Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions from the World Cement Industry", rapport DG JRC-IPTS, *Technical Report Series*, juin 2003.
- Szabo L., Hidalgo I., Ciscar J.-C. et Soria A., *CO<sub>2</sub> Emission Trading within the European Union et Annex B Countries: the Cement Industry Case*, Joint research Centre (DG Research), Institute for Prospective Technological Studies (IPITS), 2006.
- "Toward a Sustainable Cement Industry – Climate Change", WBCSD, mars 2002.
- Rapport du Batelle Memorial Institute commandé par le WBCSD, *Toward a Sustainable Cement Industry*, mai 2003.
- Etude sectorielle « Import carbone sur les cimentiers SRI », *Sustainable & Responsible Investment*, Cheuvreux, octobre 2006.
- OCDE, Damien Demailly and Philippe Quirion (Cired), *The Competitiveness Impact of CO<sub>2</sub> Emissions Reduction in the Cement Sector*, novembre 2005.



- Rapport du comité d'entreprise européen de Lafarge (assisté de la FETBB), *Les conséquences des quotas à effet de serre sur les importations dans le secteur du ciment en Europe*, février 2006.
- *Stern Report*, disponible sur Internet à l'adresse : [http://www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/stern\\_review\\_report.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm), consulté le 3 mai 2007.
- Prebay Y., Ando S., Desarnaud E., Desbarbieux T., *Les enjeux du développement durable au sein de l'industrie du ciment : réduction des émissions de CO<sub>2</sub>*, atelier « Changement Climatique » de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, disponible sur Internet à l'adresse : [http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole\\_virt/traveleves/cc/cc0506/ciment.pdf](http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole_virt/traveleves/cc/cc0506/ciment.pdf)
- Smale R., Hartley M., Hepburn C., Ward J., Grubb M., "The Impact of CO<sub>2</sub> Emissions Trading on Firm Profits and Market Prices". *Climate Policy*, 6(1), 2006.
- Rapport d'activité 2005, Cembureau.
- Rapport d'activité 2005, Lafarge.
- Rapport développement durable 2005, Lafarge.
- Rapport d'activité 2005, Holcim.
- Rapport d'activité 2005, Italcementi.
- *Newsletter Holcim*, juin 2006, « L'industrie du ciment réduit ses émissions de CO<sub>2</sub> et réalise le tiers de l'objectif imposé à la Suisse par le protocole de Kyoto ».
- Statistiques Eurostat.
- Statistiques Cembureau.

## Secteur du bâtiment et de la construction

- Rapport d'Ecofys pour Eurima, *Cost-effective Climate Protection in the EU Building Stock*, février 2005.
- Rapport d'Ecofys pour Eurima, *Cost-effective Climate Protection in the Building Stock of the New EU Member States, Beyond the EU Energy Performance of Buildings Directive*, août 2005.
- Ademe, *Un éventail de mesures pour renforcer l'efficacité énergétique des bâtiments*, janvier 2006.
- Ademe, *Note de cadrage sur le contenu en CO<sub>2</sub> du KWh par usage en France*, janvier 2005.
- Rapport du groupe de travail Facteur 4, *Division par 4 des émissions de gaz à effet de serre de la France à l'horizon 2050*, 9 octobre 2006.
- Note d'étude n° 4 de la mission Climat de la Caisse des dépôts, *Les enjeux de la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le bâtiment*, septembre 2005.
- Groupe de travail Facteur 4, Alain Capmas, *Levers R&D pour une réduction des émissions industrielles de CO<sub>2</sub> à l'échéance de 2030 dans le secteur du bâtiment*, mars 2006.
- Etude sectorielle *Bâtiments durables*, SRI-Cheuvreux, septembre 2006.
- Rapport final à la Commission européenne (SAVE), *National and Local Employment Impacts of Energy Efficiency Investment Programmes*, Dr Joanne Wade, Victoria Wilshire, Ivan Scrase, ACE (Association for the Conservation of Energy), avril 2000.
- Rapport de l'ACE pour le Energy Saving Trust, *Energy Efficiency and Jobs: UK Issues and Case Studies*, septembre 2000.
- OCDE, *Pour des bâtiments écologiquement viables, Enjeux et politiques*, 2003.
- DG TREN, *Améliorer les performances énergétiques des bâtiments*, 2003.

- Opet Work, *European Network for the Promotion of Energy Technology in the Building Sector Work Package 4 : Innovative Concepts and Technologies for Residential Building Refurbishment*, 2004.
- Commission européenne, *European directive 2002/91/EC, 16 décembre 2002, on the Energy Performance of Buildings*, 4 janvier 2003.
- *The Case for Real CO<sub>2</sub> Reductions*, European Environmental Bureau, novembre 2000.
- Rapport de mission ministérielle CGPC-IGE, *Comparaison européenne sur les mesures destinées à améliorer la performance énergétique des bâtiments*, janvier 2006.
- Edition 2005 du programme de recherche sur l'énergie dans le bâtiment Prebat, *Énergie dans le bâtiment, volet technologique, une réponse au défi climatique*, 2005.
- Rapport et avis du Comité économique et social France, *Les politiques de l'habitat et de l'urbanisme face aux changements climatiques*, 2006.



Février 2007



Maison syndicale internationale (ITUH)  
Boulevard du Roi Albert II, 5  
B-1210 Bruxelles  
Belgique  
Tél : +32 (0)2 224 04 11  
Fax : +32 (0)2 224 04 54  
E-mail : [etuc@etuc.org](mailto:etuc@etuc.org)