



European Trade Union Confederation (ETUC)
Confédération européenne des syndicats (CES)



Wilke, Maack und Partner | wmp consult

S) partner
grupa syndex

Les dérèglements climatiques, les nouvelles politiques industrielles et les sorties de crise



Action faisant l'objet d'un soutien financier de la Commission européenne.

Une étude réalisée par les cabinets Syndex, S.Partner et WMP Consult et commanditée par la CES, en partenariat avec la FEM et l'EMCEF

Le comité de pilotage de l'étude a été présidé par Joël Decaillon, secrétaire confédéral de la CES

Ont contribué à cette étude

Coordination générale : Philippe Morvannou

Coordination Bas carbone : Christian Duchesne et Alain Mestre

Coordination Charbon propre : Alain Mestre et Jean-François Poupard

Auteurs :

Aluminium : Philippe Morvannou

Automobile : Peter Wilke, Philippe Darteyre et Christian Duchesne

Ciment : Sidoine Chavanet

Chimie : Fabrizio Giacalone

Électricité : Christian Duchesne,

Matériaux isolants : Nordine Ait Larbi

Machines et équipements électriques : Peter Ring

Raffineries : Jean-François Poupard

Renouvelables : Kim Schuetze

Sidérurgie : Philippe Morvannou

Verre : Fabrizio Giacalone

Charbon propre, Allemagne : Kim Schuetze

Charbon propre, Pologne : Andrzej Jakubowski

Charbon propre, Royaume-Uni : Jean-François Poupard, Philippe Gouin

Documentation : Annick Boico

Correction : Alice Boussicaut et Jacquemine de Loizellerie

Maquette : Jacquemine de Loizellerie

Sommaire

Introduction méthodologique	3
Partie 1 – l’impératif bas carbone horizon 2030 appliqué à l’industrie et à l’emploi	5
1. Réguler le marché du carbone	7
2. Les secteurs industriels soumis au marché du carbone	12
2.1. L’électricité	12
2.2. La sidérurgie	21
2.3. Les raffineries	27
2.4. Le ciment	34
2.5. La chimie	37
2.6. Le verre	42
2.7. L’aluminium	45
3. Les secteurs industriels soumis aux réglementations carbone	47
3.1. L’automobile	47
3.2. Les machines et équipements électriques	55
3.3. Matériaux isolants et de construction	61
3.4. Énergies renouvelables	64
Partie 2 – l’impact d’une filière européenne du charbon propre sur les trois piliers du développement durable	69
1. Les enjeux des technologies et des secteurs du charbon propre en Europe	71
2. Pologne	77
2.1. Situation de l’industrie charbonnière et du secteur de la production d’électricité	77
2.2. Évolution prévue de la structure de production d’électricité d’ici à 2030	79
2.3. Conséquences de l’évolution prévue de la structure de production d’électricité sur l’emploi dans les secteurs du charbon et de l’énergie	81
2.4. Conclusion	85
3. Le Royaume-Uni	87
3.1. Le charbon dans le bouquet énergétique du Royaume-Uni	87
3.2. Les technologies bas carbone au premier plan de la politique industrielle du Royaume-Uni	89

3.3. Le Royaume-Uni ambitionne de se situer au premier plan des technologies de CSC.....	91
4. Allemagne	97
4.1. Le secteur de l'énergie en Allemagne.....	97
4.2. Les technologies de capture du carbone et leurs possibilités d'adaptation en Allemagne.....	99
Bibliographie.....	107
Entretiens	114

Introduction méthodologique

Quels sont les impacts des politiques de lutte contre le changement climatique sur l'emploi, sur les plans quantitatif et qualitatif à l'horizon 2030 ?

À ce premier niveau d'interrogation, auquel nous avons précédemment consacré une étude¹, se sont ajoutées la crise systémique de 2008 et 2009 et la possibilité de se saisir de ses effets et conséquences pour accélérer la transition vers une économie bas carbone, avec ou sans croissance économique.

Dès l'énoncé de cette question complexe aux enjeux considérables, le lecteur s'interroge avec raison sur la qualité des résultats et sur la manière dont il pourra s'en emparer : comment les intégrer dans une réflexion, voire une pratique, à la fois personnelle et collective qui trouve sa place dans les débats qui président aux choix à faire en décembre 2009, à Copenhague, lors de la prochaine conférence de l'ONU sur les changements climatiques ? C'est à cette seule condition qu'une étude réalisée pour la Confédération européenne des syndicats, et soutenue par la Commission européenne, trouve son utilité sociale.

La présente réflexion servira de support à la conférence que la CES consacre aux interrelations entre « les dérèglements climatiques, les nouvelles politiques industrielles et les sorties de crise » et qui se tiendra à Londres. Elle apporte en effet des outils pour révéler et clarifier la nécessité et la capacité, mais aussi les risques et opportunités que comporte, pour l'industrie européenne, la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre,

dans le respect de l'équilibre des trois piliers du développement durable.

Décrivons-en maintenant le cheminement et les méthodes utilisées.

Étude multisectorielle circonscrite aux secteurs industriels responsables des émissions de gaz à effet de serre, ce travail n'a pas pour ambition – au travers d'une matrice d'input-output ou de toute autre méthode de bouclage macroéconomique – de rendre compte des impacts directs et indirects sur l'emploi en général de telle ou telle mesure ou de telle ou telle nouvelle technologie de lutte contre le changement climatique disponible. Nous nous intéressons ici à l'emploi industriel au sens large, c'est-à-dire aux emplois inscrits dans un processus de production de biens et de services à valeur ajoutée directement concernés par la transition bas carbone. Ainsi, autant les sous-traitants et les prestataires de services des secteurs industriels étudiés font partie des projections réalisées, autant l'emploi de cuisinier dans un restaurant ou d'infirmière dans un hôpital, même s'il existe un effet revenu intersectoriel, est hors du champ de cette étude.

Par conséquent, pour chaque secteur, nous avons examiné précisément les technologies disponibles ou programmées grâce auxquelles les producteurs et utilisateurs de produits émetteurs de carbone pourront réduire leurs émissions. Nous nous sommes à chaque fois attachés aux dimensions temporelles, financières, économiques, sociales, sociétales et institutionnelles de ces technologies, dans la mesure où leur déploiement représentera de lourds investissements et du temps, modifiera la structure des coûts de production et la nature des emplois, autant qu'il aura des implications sur la vie de la cité et influera sur la cartographie dynamique des acteurs en puissance.

¹ Syndex en coopération avec les cabinets Istat et Wuppertal, *Changement climatique et emploi*, CES Bruxelles 2007.

Pour aboutir à ce résultat, une connaissance approfondie de l'état de l'art de l'industrie dans l'Union européenne à 27 était nécessaire pour comprendre sa dynamique d'adaptation et de contribution à la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre. Chaque branche a été confiée à un expert sectoriel, dont la maîtrise des savoirs actuels a été complétée par les apports de nombreux spécialistes grâce auxquels il nous a été possible de mesurer à la fois les forces d'évolution de nos économies et les difficultés contenues dans une transition que nous pourrions appeler « le passage du haut carbone au bas carbone ». L'évolution des emplois ne résulte donc pas ici de forces extérieures à la dimension sociale, mais constitue, au contraire, un vecteur de transformation de la société, dès lors que nous le considérons comme une donnée fondamentale.

Ainsi, on ne regrettera pas seulement telle hémorragie d'emplois dans tel secteur pour cause d'adaptation aux politiques et mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre, on anticipera plutôt les évolutions à venir pour permettre à la fameuse **transition juste** entre pertes et créations d'emplois de se dérouler dans les meilleures conditions pour les travailleurs. Seule cette démarche assurera une « transition sociale juste » en accompagnement des mutations vers une industrie bas carbone.

Néanmoins, la question épineuse du chiffrage des emplois menacés, des emplois créés, des emplois perdus et des emplois sauvegardés dans l'ensemble des secteurs en Europe demeure entière. Nous avons fait le choix de partir de la situation actuelle des entreprises industrielles afin de construire une base emploi de référence et d'appliquer cette base au secteur tel que nous l'appréhendons aujourd'hui et durant les vingt prochaines années. Les prévisions d'emplois que contient ce rapport intègrent donc des facteurs de rupture importants, liés aux technologies mises en œuvre aussi bien dans les processus de production industrielle que dans les produits issus de ces productions.

Cette étude n'ambitionne toutefois pas la seule collection d'analyses sectorielles. Elle entend également permettre au lecteur assidu de trouver les transversalités qui mettent en évidence des similarités entre secteurs, particulièrement quand ces industries exercent leur activité dans un cadre commun tel que le marché de droits d'émissions de CO₂ instauré en Europe à partir de 2005.

C'est ainsi que les perspectives économiques, ces scénarios méso-économiques, évaluent autant que possible, en fonction des données disponibles, l'impact du facteur carbone sur l'emploi dans un ensemble de secteurs industriels de l'UE.

Parallèlement, nous avons également voulu nous donner des références communes sur les perspectives économiques des secteurs étudiés, à partir des trois scénarios principaux aux horizons 2020 et 2030 qui nous ont servi de cadre analytique :

- le scénario de la DG-TREN (*Base line* ou *business as usual*) ;
- le scénario de la DG-Environnement (intégrant les effets des mesures inscrites dans le paquet Climat-énergie de l'UE à l'horizon 2020) ;
- le scénario de Fondri, très utile dans l'appréhension de certains secteurs (horizon 2030 de la COP de Copenhague).

La concrétisation des scénarios alternatifs élaborés par l'étude nécessite comme prérequis la définition et la mise en œuvre de politiques et mesures volontaristes, au nombre desquelles la fondation d'une nouvelle politique industrielle européenne dédiée aux technologies bas carbone est une pièce maîtresse incontournable.

Enfin, l'étude prend appui sur l'élaboration de scénarios sectoriels, pour également évaluer les enjeux transversaux à ces secteurs étudiés et définir les conditions d'une politique industrielle bas carbone grâce à laquelle il sera possible de pallier les effets pervers et d'assurer la sortie de crise et la pérennisation d'une industrie sur le territoire européen.

Partie I

*L'impératif bas carbone horizon 2030
appliqué à l'industrie et à l'emploi*

1. Réguler le marché du carbone

Les risques de fuite carbone : trois réponses au lieu d'une

De nombreux industriels émetteurs de gaz à effet de serre se sont opposés à la politique de « cap and trade »² mise en œuvre, arguant essentiellement de la distorsion de concurrence entre les pays soumis à la contrainte carbone et ceux qui, au titre de l'histoire du capitalisme, n'y étaient pas soumis, avec les conséquences sociales dramatiques qu'elle pourrait générer dans les pays développés. Leur principal argument réside néanmoins dans le fait qu'une telle politique donne naissance à des fuites carbone, phénomène qu'on peut décrire ainsi : en renchérissant les coûts de production européens, le système mis en place favorise les producteurs extra-européens qui émettent plus de GES par tonne. Une politique de lutte contre les émissions de GES en Europe produit ainsi son effet contraire à l'échelle mondiale, et peut même entraîner la création, par « dumping environnemental », de « paradis pour pollueurs ». La concurrence commerciale n'est cependant pas seule en cause : la délocalisation des investissements industriels – des zones sous contrainte carbone vers celles qui en sont exonérées – est aussi et surtout en cause. C'est la raison pour laquelle la Commission européenne a accepté d'étudier les mécanismes de compensation à mettre en place dans les secteurs industriels qui combinaient à la fois :

- une forte intensité énergétique, impliquant un niveau élevé d'émissions (le coût du carbone amoindrit alors la compétitivité des producteurs européens) ;

- une ouverture significative aux échanges internationaux (la concurrence extra-européenne y est effective, et une répercussion des hausses de prix dues au carbone est pénalisante). L'exemple des cours mondiaux d'un certain nombre de métaux non ferreux comme l'aluminium ou le cuivre est emblématique d'une situation où toute charge supplémentaire se traduit par une érosion de la position concurrentielle des producteurs qui y sont soumis.

Les secteurs du ciment et de l'acier sont ainsi en premier lieu concernés, mais pas seulement.

Pour résoudre temporairement ce problème, une première mesure a été adoptée : la mise aux enchères progressive des droits d'émission de CO₂ sera retardée, pour ne devenir effective, au plus tôt, qu'entre 2013 et 2020, des droits d'émissions gratuits seront alloués à ces secteurs. Tout le monde a conscience du caractère transitoire de cette solution.

Deux autres pistes sont promues pour résoudre le problème posé : d'une part la signature d'un accord international global et/ou d'accords internationaux par secteur et d'autre part l'ajustement aux frontières, qui égalise les conditions d'accès des producteurs en matière de droits d'émissions.

Pourtant, si la fuite carbone est un problème en soi dans le cadre d'une mondialisation fondée sur le libre-échange des produits industriels, les remèdes peuvent également aller à l'encontre des buts poursuivis.

En effet, les subventions accordées sous la forme de droits d'émissions gratuits sont autant d'incitations à ne rien changer aussi longtemps que possible, sur la base d'un chantage à l'emploi, surtout que, combinée à un marché des droits d'émissions, l'affaire devient

² « Plafond et échange » au sens littéral, cela signifie qu'une fois le plafond des émissions gratuites atteint, les industriels doivent acquérir les droits sur le marché carbone.

très rapidement rentable. Nous l'avons vu pendant la période probatoire de 2005-2008, où les opérateurs industriels ont bénéficié de surallocations et ont tiré de leur vente de substantiels bénéfices – transformés en dividendes aux actionnaires. Nous le constatons encore depuis la fin de l'année 2008 où, à cause de la crise, les droits alloués sont nettement supérieurs aux émissions réelles et leur vente et les bénéfices qui en découlent contribuent parfois au maintien des dividendes. Nous ne pouvons que souligner le manque de lien entre subventions – dont l'utilisation n'est pas contrainte et imposée – et R&D pour des technologies plus propres.

Pour des raisons identiques, **l'ajustement aux frontières** peut également apparaître comme une mesure protectionniste s'il n'est pas assorti de conditions d'application qui assurent la réduction des émissions. Cette mesure doit être considérée comme transitoire, le temps de doter les professions touchées des outils institutionnels et des technologies nécessaires à la poursuite de l'objectif de réduction des gaz à effet de serre. Pourtant, à la différence des droits d'émissions alloués gratuitement, ce mécanisme ne constitue pas une subvention aux industriels. Pour être efficace, il doit être appliqué à la fois aux importateurs et aux exportateurs.

Troisième remède proposé, l'accord sectoriel international promu par certaines professions s'inscrit dans un mouvement d'élargissement des discussions à l'ensemble des acteurs dans le cadre d'une économie mondialisée.

Chaque outil ou solution rapidement exposé ici peut être combiné à l'autre et n'est donc pas exclusif de l'autre. En revanche, les trois dispositifs demandent, pour pouvoir être appliqués, une référence technico-économique commune aux industriels et aux pays pour quantifier l'exposition d'un secteur ou d'une industrie au danger de fuites carbone. Sinon, comment faire le lien entre les émissions évitées et la protection ?

Enfin, les dangers représentés par les effets pervers d'une politique de protection aujourd'hui

sans contrepartie doivent être évalués et corrigés par des mesures complémentaires favorables à la réduction des émissions de GES. Pour cela, il convient de promouvoir les instruments de régulation indispensables à cette nouvelle économie en gestation qu'est l'économie du CO₂ et des GES. Or, tout système de régulation doit reposer sur un consensus sur la mesure du phénomène. C'est là l'enjeu de la création d'un système de normes environnementales en matière de GES.

L'impératif des normes

De nombreux industriels se sont récemment lancés dans la création de banques de données techniques avec des dérivés économiques sur les meilleures techniques disponibles, afin de définir et de présenter ce qui est possible et ce qui ne l'est pas, avec l'argument qu'on ne peut pas contraindre à émettre moins de CO₂ si la cible est hors de portée sur le plan technique comme économique. Parallèlement, des recherches ont été entamées pour établir les meilleures techniques disponibles en matière d'efficacité énergétique et d'émissions de CO₂³. Enfin, certaines branches industrielles ont déterminé ce qu'il est convenu d'appeler les « benchmarks », afin d'établir des références en matière de production d'émissions de GES.

Les querelles autour des définitions techniques, avec parfois des conséquences fortes sur l'allocation des émissions, ont montré la complexité du sujet. De plus, ces différences peuvent parfois relever de dispositions réglementaires dont les écarts ne doivent pas être sous-estimés et dont l'origine réside dans des règles enracinées dans les réalités culturelles des industries européennes comme mondiales.

C'est pourquoi la définition des benchmarks comme des meilleures techniques disponibles doit être établie « au-dessus des parties » : seule une agence européenne (et

³ OCDE, AIE, *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions*, 2007. Commission européenne, rapports BREF.

internationale ?) dont les travaux scientifiques seront reconnus par toutes les parties est à même de donner des bases intangibles aux décisions qui seront prises en la matière.

L'autorégulation par les secteurs industriels n'offre pas les nécessaires garanties d'indépendance et d'impartialité absolument indispensables pour être appliquées. L'expérience du règlement Reach récemment adopté par les pays de l'Union européenne montre la voie à suivre en ce domaine.

Cela suppose toutefois que certains blocages soient levés, tels que la possibilité d'une traçabilité carbone des produits industriels, qu'ils soient sous la forme de demi-produits ou de produits finis. Nous pensons qu'il est indispensable de mettre en œuvre cette modalité et que ce sera moins coûteux que certains auteurs voudraient le faire croire⁴. Comment, en effet, expliquer que construire cette traçabilité carbone aurait un coût démesuré, alors que nous avons aujourd'hui l'habitude, en matière alimentaire ou de médicaments – pour ne prendre que deux branches aux produits largement échangés à l'échelle mondiale –, de connaître leur composition exacte malgré le nombre élevé de composants ?

Une critique pertinente à l'ajustement aux frontières pour les demi-produits consiste à dire que, si les exportations d'acier ou de ciment des pays émergents se déroulaient dans des conditions de concurrence inchangées, la compétitivité de leurs automobiles et de leurs préfabriqués augmenterait, par l'intégration de matières rendues moins chères par l'absence d'impact du prix du CO₂ – lequel serait en revanche imposé aux producteurs européens. Cette critique ne vaut plus avec une traçabilité carbone généralisée.

Nous ne pouvons affirmer que le changement climatique fait partie des principaux enjeux pour la planète sans se donner les moyens de le prendre en compte dans le commerce mondial des marchandises, qui constitue un des vecteurs

de la mondialisation en cours. À ce sujet, il est intéressant de noter le récent rapport commun publié par l'OMC et le PNUE⁵. Ce document rappelle notamment que la jurisprudence en matière d'ajustement aux frontières est fondée principalement sur le principe de non-discrimination entre les producteurs nationaux et les importateurs, y compris quand ceux-ci s'avèrent peu coopératifs.

Dans le même ordre d'idée, la gouvernance de cette agence européenne de normalisation carbone doit être pensée comme une des institutions majeures de pilotage de la lutte contre le changement climatique dans sa dimension appliquée à l'industrie. Elle doit pour cela intégrer les trois piliers du développement durable :

- environnemental, par la définition des meilleures techniques disponibles ;
- économique, par les écarts entre la mise en œuvre de ces dernières et les réalités industrielles et concurrentielles ;
- social, par les conditions dans lesquelles les actions d'adaptation et d'atténuation s'appliqueront à la main-d'œuvre : respect des droits de l'homme au travail et gestion socialement responsable des restructurations.

Taxe ou ajustement ?

Actuellement, en Europe, on distingue un système européen d'allocation de quotas pour les émetteurs de GES concentrés et des systèmes nationaux de taxes pour les émissions diffuses, dans un cadre politique européen commun adopté en décembre 2008 – le paquet Climat-énergie.

Pour la régulation aux frontières, l'ajustement est préféré à la taxe pour les raisons suivantes :

- la politique fiscale relève encore essentiellement des États européens, et toute décision (règlement ou directive)

⁴ Julia Reinaud.

⁵ *Commerce et changement climatique*, OMC et PNUE, 2009.

- d'ordre fiscal au niveau communautaire (exemple : la TVA) est soumise au vote du Conseil européen à l'unanimité (ce sera encore le cas avec le traité de Lisbonne s'il est ratifié), la rendant encore plus compliquée à adopter ;
- la complexité d'une taxe aux frontières européennes réside dans le fait que l'État qui percevrait la taxe à l'entrée pourrait ne pas être la destination finale du produit importé, d'où une nouvelle source de concurrence fiscale qui n'est absolument pas souhaitable pour attirer le produit de cette taxe ;
 - l'ajustement, pour nous, signifie demander à l'importateur d'acheter les droits d'émissions pour vendre ses produits en Europe quand les marchandises importées ont été produites en émettant plus de CO₂ que la norme. Acquis sur le marché par les importateurs, ces droits d'émissions sont une source de revenu pour leurs vendeurs, qui disposent d'excédents de droits correspondant à des émissions réduites en deçà de la norme européenne ;
 - le prix est déterminé par le marché qui, dans ces conditions, devrait rester basé sur un système de *cap and trade*, lui-même fondé sur les émissions par unité produite.

Éviter la financiarisation de la lutte contre le changement climatique

Dans la troisième phase du système communautaire d'échange de quotas d'émissions (SCEQE), les parts mises aux enchères augmenteront considérablement (passant de moins de 4 % dans la phase II à plus de 50 % dans la phase III). De la même façon, plusieurs États du nord-est des États-Unis participant à l'initiative régionale sur les GES ont décidé de mettre aux enchères la totalité de leurs quotas annuels.

Ses défenseurs avancent principalement deux arguments :

- la mise aux enchères serait la méthode la plus transparente et la plus efficace, car elle correspond le mieux au principe du pollueur payeur ;
- elle permet de combiner double dividende pour l'État et marché des droits d'émissions.

Si le second argument nous paraît valide – notamment parce que, dans le cas européen, il est précisé qu'au moins 20 % des revenus issus de la mise aux enchères seront consacrés à la lutte contre le changement climatique –, le premier argument nous paraît peu, sinon pas, fondé. Il serait préférable de déterminer un prix plancher au carbone, qui perdrait sa gratuité, afin de procurer aux pouvoirs publics une contribution financière nécessaire à l'alimentation d'un fonds de transition carbone.

Dans le système de mise aux enchères actuellement envisagé, le prix du carbone devient un prix de seule opportunité, qui variera selon la conjoncture avec de grandes amplitudes. Cela ouvrira la voie à des spéculations qui placeront les opérateurs physiques sous la domination de logiques financières, à l'instar des marchés des matières premières industrielles et agricoles aujourd'hui.

Cette voie par mise aux enchères (marché à terme des droits d'émissions) sans aucune régulation aboutira inévitablement à :

- une trop grande volatilité des prix ;
- la formation de bulles de liquidités ;
- la domination des fonds de toutes natures dans la détermination du prix qui va de pair avec l'éviction des opérateurs physiques.

Pour éviter ces écueils qui transformeront le marché du carbone en un marché spéculatif, à l'instar des autres marchés à terme, la distribution de droits d'émissions à prix réduit doit rester la règle pour toute unité de production respectant la norme unitaire, complétée par un système de *cap and trade* précédemment défini.

Au-delà et pour pallier les dangers liés à l'opacité des flux financiers, des mesures simples

sont à édicter pour que le marché du carbone et des matières premières ne verse pas dans les travers d'une finance sans régulation :

- ▶ création d'un régulateur public pour le marché carbone : pourquoi pas une banque centrale du carbone⁶, afin d'éviter tout risque de position dominante, de manipulation des cours, afin d'éviter les fluctuations trop erratiques et, enfin, pour tisser les liens entre le marché européen et les autres marchés régionaux ?
- ▶ exigence de disposer des informations sur le marché, par opérateur et par contrat, des volumes traités, des positions prises, etc. ;
- ▶ définition de limites pour chaque catégorie d'opérateurs autorisés à intervenir sur le marché, de façon à distinguer les opérateurs physiques des opérateurs financiers⁷.

La question fondamentale reste le rôle dévolu au marché du carbone. Nous limiterons son rôle à la détermination du prix selon une offre et une demande régulées par les allocations d'émissions à prix plancher et non d'une allocation de droits à polluer dépendant finalement des anticipations des acteurs et, surtout, de leur force de frappe financière.

Or, le marché du carbone s'adresse à des activités dont l'exposition au CO₂ est très différente selon la part de l'énergie dans leurs prix de revient ou la possibilité d'accéder aisément à des technologies économes en énergies et en émissions de CO₂ dans un horizon de court et moyen termes.

En d'autres termes, nous nous ferons l'avocat d'un mécanisme d'allocation séparé de celui de la détermination du prix. Le mécanisme d'allocation devrait s'appuyer non pas sur les enchères allouant les droits d'émissions au plus offrant, mais sur des objectifs chiffrés par

industrie, calculés en fonction des meilleures techniques disponibles en matière de rendement ou d'efficacité énergétique, lesquelles deviendraient la norme.

Les excédents de consommation d'énergie correspondant aux émissions de CO₂ excédentaires devraient être acquis sur le marché, dont les intervenants seraient limités.

Dépasser le signal prix

Cette limite à la financiarisation devrait être complétée par une approche où le signal prix ne serait pas le seul outil de la transition carbone.

Le marché est toujours dépendant d'objectifs fixés à court terme par les acteurs économiques et financiers qui ne peuvent qu'entrer en conflit avec la perspective à long terme qu'exige le respect de l'environnement. Ensuite, même si de nombreux économistes – dont le célèbre Sir Nicholas Stern – ont essayé de donner un prix à l'environnement, nous savons qu'on ne peut résumer la vie sur terre à une dimension monétaire.

C'est pourquoi il convient de dépasser le signal prix et de le compléter par des actions de formation et d'éducation à grande échelle dans les écoles ou dans les usines. Cela permettra la prise en charge par la très grande majorité des objectifs de limitation des émissions de GES.

De nouvelles instances de dialogue social et sociétal doivent permettre une meilleure prise en charge démocratique des objectifs de réduction des émissions de GES. Elles offriront une participation réelle des partenaires sociaux comme des ONG à la définition d'une politique bas carbone qui ouvre la voie à des représentations concrètes aux prospectives métiers.

⁶ Voir à ce sujet, Christian de Perthuis, *Et pour quelques degrés de plus... Nos choix économiques face au risque climatique*, éd Pearson, 2009.

⁷ Sous la direction de Gaël Giraud et de Cécile Renouard, *20 propositions pour réformer le capitalisme*, Flammarion, 2009.

2. Les secteurs industriels soumis au marché du carbone

2.1. L'électricité

Impact potentiel sur l'emploi selon les scénarios Base line et NSAT⁸

Nous avons bâti nos perspectives d'emplois en partant de deux scénarios existant émanant pour l'un de la DG-TREN (base line) et pour l'autre de la DG Recherche (NSAT). Sur cette base, le scénario NSAT, plus récent et intégrant de ce fait le paquet Climat-énergie récemment adopté, a été forcé pour intégrer une part plus importante de technologies CSC, lesquels nous semblent indispensables pour l'atteinte des objectifs de réduction de GES. C'est la déviation appelée « NSAT Syndex ».

Tableau 1 : Emplois en équivalent temps plein, en moyenne annuelle

	FTE average/year 2005-2030 (thousands)			
	2000-2005	Base line	NSAT	NSAT Syndex
Solids	5	85	39	13
Solids CCS	0	0	28	79
Oil	4	11	3	3
Nuclear	4	58	63	63
Gas	67	54	64	64
RES	147	191	452	452
Total	227	399	650	676

Source : Syndex

Pour le scénario NSAT, en moyenne annuelle sur la période 2006-2030, les emplois directs liés

⁸ P. Capros, L. Mantzos, V. Papandreou, N. Tasios, *Model-Based Analysis of the 2008 EU Policy Package on Climate Change and Renewables*, juin 2008. Le modèle utilisé par la DG-ENV s'appuie sur des scénarios construits en utilisant le scénario de référence publié en novembre 2007 par la DG-TREN. Sur l'ensemble des scénarios établis pour la DG-ENV, nous avons retenu, outre ce scénario de base réalisé par la DG-TREN de novembre 2007, le scénario NSAT.

aux investissements nets s'élèveraient à 676 000 équivalents temps plein (ETP), à comparer avec les emplois directs générés par les investissements relatifs au scénario Base line, au nombre de 399 000 ETP, soit un écart de 69 % d'un scénario à l'autre. Cette évolution est liée principalement au développement des énergies renouvelables. Plus des deux tiers des investissements sont en effet attribuables, dans le scénario NSAT, aux énergies renouvelables, contre à peine un tiers dans le scénario Base line.

Tableau 2 : Énergies renouvelables, emplois en équivalent temps plein, en moyenne annuelle

	FTE average/year 2005-2030 (thousands)		
	2000-2005	Base line	NSAT
Total RES	147	191	452
Hydro	15	6	9
Wind onshore	87	85	121
Wind offshore	3	20	91
Solar	19	33	104
Geothermal	1	3	6
Biomass	21	44	120

Source : Syndex

Sur la période 2000-2005, les énergies renouvelables ont été le premier vecteur de création d'emplois directs, notamment grâce au développement du parc éolien. La poursuite du renouvellement des capacités avec des centrales à gaz à cycle combiné a été le deuxième vecteur.

Dans la variante Syndex, les investissements CSC, en phase avec la plate-forme technologique européenne ZEP, sont portés à 80 GW, contre 24 GW dans le scénario NSAT. Aussi la part des emplois liés aux investissements dans les centrales thermiques est-elle portée de 10 % à 13,7 % dans le scénario NSAT Syndex.

Dans le scénario NSAT Syndex, les emplois générés par les investissements dans les centrales CSC s'élèveraient en moyenne annuelle

à 79 000 ETP (ce qui correspond à un investissement de 3,2 GW en moyenne annuelle), contre 28 000 ETP dans le scénario NSAT (pour un investissement en moyenne annuelle de 1,1 GW).

Globalement, dans le scénario NSAT Syndex, les emplois liés aux investissements dans les centrales à charbon (technologies conventionnelles et CSC) s'élèveraient à 92 000 emplois en moyenne annuelle, supérieurs de 8 % à ceux générés dans le scénario Base line pour un niveau d'investissement inférieur de 61 % : 4,2 GW contre 6,2 GW.

Tableau 3 : Emplois directs générés par secteur

FTE v-by sectors (thousands)

	2000-2005	Base line	NSAT	NSAT Syndex
Civil engineering	55	91	131	137
Engineering	37	72	112	118
Equipments	103	175	300	311
Assembly	33	61	106	110
Total	227	399	650	676

Source : Syndex

Le secteur de la métallurgie pris dans son ensemble (ingénierie, équipements et montage⁹) pèse, dans le scénario NSAT, pour plus des trois quarts des emplois générés annuellement par les mesures de réduction d'émissions, soit 518 000 emplois dans le scénario NSAT et 539 000 emplois dans le scénario NSAT Syndex. Ces chiffres sont à rapporter à ceux de la période 2000-2005 : 73 000 emplois en moyenne annuelle générés dans la métallurgie par les investissements de la période.

Suivant les scénarios, le potentiel d'emplois directs et indirects rapporté à l'emploi en 2004 (source : Eurostat) représente entre 8 % et 13 % des emplois pour les industries de la construction électromécanique et entre 1 % et 1,7 % pour le secteur du BTP. Cet effet potentiel sur l'emploi est à rapprocher de l'évolution récente de l'emploi dans l'industrie électromécanique¹⁰ : - 1,1 % par

an sur la période 2000-2005. Le développement des technologies décarbonées apparaît donc comme une réelle opportunité pour l'emploi de cette industrie.

Tableau 4 : Poids relatif des emplois générés par secteur pour les scénarios Base line et NSAT par rapport à la situation de l'emploi en 2004

FTE (thousands)

	Eurostat 2004	2000-2005	Base line	NSAT
Civil engineering	10291	0,6%	1,0%	1,7%
Engineering, Equipments, Assembly	4874	4,5%	7,6%	13,0%

Source : Syndex

La crise ne manquera pas d'avoir des répercussions sur l'industrie électromécanique, en raison notamment du glissement dans le temps d'un certain nombre d'investissements. Toutefois, les fondamentaux demeurent solides : besoin de renouvellement, extension des capacités, contrainte carbone, politique de réduction des GES. En définitive, les questions qui se posent autour du degré de réalisation du scénario NSAT et de sa temporalité tiennent :

- ▶ à l'incertitude liée à la crise et aux besoins colossaux de financement des investissements, en production comme en transport et distribution d'électricité. Réduire cette incertitude passe, de notre point de vue, par le lancement de grands emprunts par les États membres de l'UE, mais aussi par l'UE elle-même ;
- ▶ au fait que l'UE doit faire face à deux défis majeurs pour assurer l'équilibre de sa production d'électricité par rapport à la demande :
 - ⇒ promouvoir des technologies propres et des capacités disponibles à des prix abordables,
 - ⇒ assurer la fiabilité du réseau en vue d'une plus grande diversité des modes de production de l'électricité.

⁹ Toutefois, les travaux électriques sont bien souvent rattachés au secteur du bâtiment et des travaux publics.

¹⁰ Aphametrics with Ismeri Europa 6 DG Employment, Social Affairs and Equal Opportunities, *Comprehensive sectorial analysis of emerging competences and economic activities in*

the EU - Lot 6: Electromechanical engineering, Final Report, avril 2009.

Potentiel d'emplois directs et indirects générés par les investissements de renouvellement et d'extension des capacités dans la production d'électricité selon les scénarios retenus

Au total, les emplois locaux directs et indirects (hors emplois délocalisés liés aux importations hors UE 27) s'élèveraient en moyenne annuelles sur la période 2006-2030 à :

- 455 000 ETP pour le scénario Base line (399 000 directs + 56 000 indirects)
- 733 000 ETP pour le scénario NSAT (650 000 directs + 83 000 indirects)
- 762 000 ETP dans le scénario NSAT Syndex (676 000 directs + 86 000 indirects).

Ces estimations ne prennent pas en compte les pertes d'emplois de certaines industries comme celle des biens d'équipements pour l'extraction minière, dont l'activité diminuera, notamment en Pologne. Faute de sources statistiques, nous n'avons pu en estimer l'ampleur.

Aux emplois liés aux investissements en Europe doivent être ajoutés les emplois générés par les exportations de l'industrie européenne que nous avons évalués (à partir du scénario Blue Map de l'AIE¹) à :

- 735 000 ETP directs en moyenne annuelle ;
- 318 000 ETP indirects pour le seul secteur des équipements.

Bien entendu, ces estimations ne prennent pas en compte l'impact des investissements dans la transmission et la distribution d'électricité. L'AIE évalue pour le scénario Blue Map, sur la période 2005-2050, les investissements à réaliser à environ 5 000 milliards de dollars, contre 3 600 milliards de dollars pour le scénario de référence (WETO 2008) pour les systèmes de transmission, et de 6 200 milliards de dollars contre 8 300 milliards de dollars pour la distribution d'électricité. La baisse des investissements pour la distribution dans le scénario Blue Map – par rapport aux scénarios tendanciels – est liée directement à l'amélioration des réseaux ainsi qu'aux politiques d'efficacité énergétique.

Impact du regain d'intérêt pour le nucléaire en Europe

Par rapport aux scénarios DG-Tren et NSAT, qui reposent tous les deux sur une baisse de la capacité installée en nucléaire en 2030, nous avons développé une variante pour tenir compte du regain d'intérêt dont fait l'objet le nucléaire en Europe aujourd'hui. Dans cette variante, les investissements en moyenne annuelle s'élèveraient à 6,6 GW, contre 2,2 GW. En contrepartie, les investissements dans les centrales à gaz seraient ramenés de 8,2 GW à 2,4 GW.

À partir de ces hypothèses, les emplois liés aux investissements dans le nucléaire seraient portés à 171 000 ETP, contre 63 000 ETP dans le scénario NSAT. *A contrario*, les emplois liés aux investissements dans le gaz s'élèveraient à 36 000 ETP, contre 64 000 ETP.

Pour leur part, les emplois dans la production d'électricité nucléaire s'élèveraient à 60 984 ETP à l'horizon 2030, contre 31 487 pour le scénario NSAT. Ceux dans la production d'électricité dans les centrales à gaz s'élèveraient à 24 595, contre 36 698, en diminution de 20 % par rapport à 2010.

Le nouveau contexte de la politique européenne de l'énergie¹¹ impose un changement majeur dans l'infrastructure de production d'électricité. Les émissions de GES doivent être réduites, et cet objectif a une incidence directe sur la structure du parc actuel, étant donné la part des centrales au charbon dans la production d'électricité carbonée actuelle.

La plupart des centrales à charbon devront être remplacées d'ici à 2020, aussi, une politique de soutien au développement des technologies CSC est-elle stratégique pour l'UE, étant donné les objectifs de sa nouvelle politique énergétique : sécurité des approvisionnements et réduction des GES.

Quoi qu'il en soit, les années 2010 à 2020 apparaissent comme une période clé pendant laquelle se jouera en grande partie l'avenir de l'industrie européenne. Aussi, dès aujourd'hui, les besoins de demain doivent être anticipés à travers, notamment, le renforcement du dialogue social sectoriel sur les problématiques liées à l'évolution des métiers et des compétences comme, par exemple, les méthodes d'ingénierie mécanique : technologies de design et simulation (bruit, vibration), intelligence des systèmes mécaniques, matériaux de pointe et nanotechnologies.

Tableau 5 : Emplois directs opération scénario Base line et NSAT (source : Syndex)

Base line scenario FTE operation average/year (Thousands)	2000				Annual % change			
	2000	2010	2020	2030	00-10	10-20	20-30	
Solids	57	56	55	56	-0,2%	-0,1%	0,1%	
Oil	14	13	7	6	-0,6%	-5,6%	-2,2%	
Nuclear	39	35	32	29	-0,8%	-1,0%	-0,9%	
Gas	20	33	38	42	5,0%	1,5%	1,1%	
RES	17	29	39	45	5,1%	3,0%	1,6%	
Total	147	166	171	178	1,2%	0,3%	0,4%	

Base line scenario FTE operation average/year (Thousands)	2000				Annual % change			
	2000	2010	2020	2030	00-10	10-20	20-30	
RES	17	29	39	45	5,1%	3,0%	1,6%	
Hydro	13	14	14	14	0,3%	0,3%	0,1%	
Wind	2	11	18	22	18,7%	5,4%	1,9%	
Solar	0,0	0,2	0,5	0,9	36,2%	9,0%	5,5%	
Geothermal	0,8	1,0	1,0	1,3	36,2%	9,0%	5,5%	
Biomass	1	3	5	7	2,3%	0,3%	2,0%	

NSAT scenario FTE operation average/year (Thousands)	2000				Annual % change			
	2000	2010	2020	2030	00-10	10-20	20-30	
Solids	57	54	44	33	-0,4%	-2,0%	-0,3%	
CCS	0	0	0	10				
Oil	14	13	7	3	-0,9%	-6,1%	-7,0%	
Nuclear	39	36	32	31	-0,8%	-1,0%	-0,2%	
Gas	20	31	31	39	4,5%	-0,2%	2,3%	
RES	17	31	50	71	5,8%	5,0%	3,6%	
Total	147	165	164	188	1,2%	0,0%	1,3%	

NSAT scenario FTE operation average/year (Thousands)	2000				Annual % change			
	2000	2010	2020	2030	00-10	10-20	20-30	
RES	17	31	50	71	5,8%	5,0%	3,6%	
Hydro	13	14	14	14	0,4%	0,3%	0,0%	
Wind	2	12	23	37	20,4%	6,6%	4,7%	
Solar	0	0	1	2	36,2%	12,6%	11,1%	
Geothermal	1	1	1	1	36,2%	12,6%	11,1%	
Biomass	1	3	11	17	2,8%	0,8%	1,0%	

¹¹ An EU Energy Security and Solidarity Action Plan, novembre 2008.

Les possibilités offertes par la concentration de l'énergie solaire à la région méditerranéenne

Le Plan solaire méditerranéen a été annoncé le 13 juillet 2008 lors du Sommet de Paris pour la région méditerranéenne. Il vise à construire dans la région des capacités additionnelles de production d'électricité de 20 GW à partir des énergies renouvelables, dont 3 à 4 GW grâce à la technologie photovoltaïque, 5 à 6 GW à partir de l'éolien et entre 10 et 12 GW par concentration de l'énergie solaire. L'interconnexion physique de la Tunisie et de l'Italie, d'une part, et de la Grèce et de la Turquie, d'autre part, sont une condition nécessaire à la mise en œuvre de ce plan.

Le sommet a conclu que « la mise en place de ce marché, ainsi que la recherche et développement de toutes les sources d'énergie alternatives constituent des priorités essentielles dans les efforts à accomplir pour assurer le développement durable » et que « les possibilités de mise au point et de création d'un Plan solaire méditerranéen seraient analysées ».

Un partenariat étroit entre l'Union européenne, le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord (MENA) est un facteur clé du succès de ce plan. La région méditerranéenne dispose de vastes ressources d'énergie solaire pour sa croissance économique et comme produit d'exportation de grande valeur, tandis que l'UE peut fournir les technologies et financer la mise en exploitation de ce potentiel.

Si le potentiel de la région pour accueillir ces technologies est de nature à offrir des débouchés pour l'industrie locale et européenne, le succès de cette entreprise dépend néanmoins de l'établissement de connexions à haute tension entre la Tunisie et l'Italie et entre la Turquie et la Grèce. Le réseau électrique conventionnel n'a pas la capacité nécessaire pour transporter un tel volume d'électricité sur de longues distances. Il est par conséquent nécessaire de combiner le réseau conventionnel en courant alternatif (AC) et la liaison à haute tension en courant continu (HTCC) dans un tel dispositif électrique transeuropéen.

Un certain nombre d'évaluations ont été réalisées en Allemagne, en Espagne et aux États-Unis quant aux effets sur l'emploi de l'énergie solaire. L'évaluation sur laquelle repose le scénario de Greenpeace établit qu'à chaque mégawatt de capacité supplémentaire de solaire à concentration correspondront 10 emplois, dans la fabrication et l'installation des équipements, la mise en exploitation du parc solaire et les emplois indirects. L'optimisation des procédés réduira cette proportion, à 8 emplois à l'horizon 2030. Par ailleurs, les emplois dans le cadre de l'exploitation courante et des travaux de maintenance dans les parcs solaires contribueront à la création d'un emploi supplémentaire par mégawatt de capacité cumulée.

Sur la base de ces rapports, le Plan solaire méditerranéen serait à l'origine de 103 000 emplois nouveaux au cours de la période 2010-2020.

Évolution de la production électrique et conséquences potentielles sur l'emploi

Impact sur l'emploi dans la production d'électricité

Selon nos propres estimations, les emplois directs liés à la production d'électricité (hors impact sur les effectifs liés aux réseaux de transport et de distribution, qui seront marqués par l'émergence des « smart grids », liée à la décentralisation des énergies renouvelables) sont animés globalement par une dynamique de croissance, avec toutefois des rythmes différents entre les deux scénarios, d'une part, et des évolutions fortement différenciées entre les différents types d'énergie, d'autre part.

Estimés, dans le scénario NSAT, à 188 000 ETP en 2030, les emplois directs de production seraient supérieurs de près de 6 % à ceux du scénario Base line, estimés à 178 000 ETP. À la différence du scénario Base line, les emplois dans le scénario NSAT stagneraient entre 2010 et 2020 pour croître entre 2020 et 2030. Le plateau autour de 165 000 à 164 000 emplois dans le scénario NSAT est attribuable à la baisse sensible des capacités dans les centrales thermiques, ce qui se traduirait par une

contraction des emplois de 23 % dans les centrales à charbon (de 57 000 ETP en 2000 à 43 000 ETP en 2020), et de 50 % dans les centrales à fuel lourd (de 14 000 ETP en 2000 à 7 000 ETP en 2020).

Moins marquée que dans le scénario Base line, la baisse des effectifs de production dans le nucléaire s'établirait toutefois, sur la période 2000-2030, à - 0,7 % en moyenne annuelle dans le scénario NSAT.

Dans les deux scénarios, les emplois de production du gaz et des énergies renouvelables augmenteraient, quoique à des rythmes différents : respectivement de 2,2 % dans le scénario NSAT et de 2,8 % en moyenne annuelle dans le scénario Base line pour le gaz et de + 4,8 % et 3,2 % pour les énergies renouvelables. Ainsi, en 2030, les emplois de production dans les centrales à gaz s'établiraient à 39 000 ETP dans le scénario NSAT et à 42 000 ETP dans le scénario Base line, contre 20 000 en 2000. Les emplois dans les énergies renouvelables s'établiraient à 71 000 ETP dans les scénarios NSAT, contre 45 000 dans le scénario Base line et 17 000 en 2000.

En définitive, la question centrale soulevée à travers le scénario NSAT, au plan des emplois de production, est celle de la contraction de

Tableau 6 – Emplois dans la production d'électricité

NSAT Syndex scenario FTE operation average/year (Thousands)	2000				Annuel % change		
	2000	2010	2020	2030	00-10	10-20	20-30
Solids	57	54	34	17	-0,4%	-4,6%	3,3%
CCS	0	0	13	31			
Oil	14	13	7	3	-0,9%	-6,1%	-7,0%
Nuclear	39	36	32	31	-0,8%	-1,0%	-0,2%
Gas	20	31	31	39	4,5%	-0,2%	2,3%
RES	17	31	50	71	5,8%	5,0%	3,6%
Total	147	165	167	192	1,2%	0,1%	1,4%

Comparaison des scénarios NSAT et NSAT Syndex pour le CCS

	2020			2030		
	Base line	NSAT	NSAT/SYNDEX	Base line	NSAT	NSAT/SYNDEX
Solids	55	44	34	56	33	17
CCS			13		10	31

Source : Syndex.

l'emploi dans les centrales à charbon, que ne peut compenser le développement des emplois dans les énergies renouvelables, ces derniers correspondant à des métiers et à des statuts différents : un opérateur de ferme éolienne n'exerce pas le même métier qu'un opérateur de centrale thermique.

Dans les centrales thermiques (charbon et fioul lourd), les pertes d'emplois seraient globalement de 21 000 ETP (14 000 charbon et 7 000 fioul), concentrées majoritairement dans les pays de l'UE où la part du charbon dans la production d'électricité est prépondérante.

Pour les centrales à charbon, le rythme de leur diffusion et l'ampleur de leur pénétration sont loin d'être neutres en termes d'emplois directs de production. La simulation que nous avons réalisée à partir, d'une part, d'une diffusion à partir de 2015 du CSC et, d'autre part, d'un taux de pénétration du parc de 60 % à l'horizon 2030, conduit à diminuer la baisse des emplois de production de 9 points par rapport au scénario NSAT.

Ainsi, les emplois de production dans les centrales à charbon seraient de 47 000 ETP à l'horizon 2020, à comparer aux 44 000 ETP du scénario NSAT. À l'horizon 2030, ils seraient maintenus globalement à 48 000, à comparer aux 43 000 du scénario NSAT, soit un écart de + 5 000 ETP par rapport au scénario NSAT, mais avec une répartition très différente : 23 % des ETP dans les centrales CSC pour le scénario NSAT, contre 65 % dans le scénario NSAT Syndex.

Plus riche en emplois, la diffusion du CSC pose toutefois la question de l'évolution des métiers et de la formation des travailleurs, puisque les process de capture, séquestration et stockage ne recouvrent pas les mêmes métiers que ceux liés à la production d'électricité.

Impact dans la maintenance

À l'inverse de la situation que nous venons d'examiner, les emplois liés à la maintenance seraient globalement plus nombreux dans le scénario NSAT que dans le scénario Base line :

Tableau 7 -Les emplois liés à la maintenance

Base line scenario FTE maintenance average/year (Thousands)					Annuel % change		
	2000	2010	2020	2030	00-10	10-20	20-30
Solids	30	30	30	30	-0,2%	-0,1%	0,1%
Oil	4	4	2	2	-0,6%	-5,6%	-2,2%
Nuclear	7	7	6	6	-0,8%	-1,0%	-0,9%
Gas	14	23	27	30	5,0%	1,5%	1,1%
RES	9	17	23	28	6,2%	3,5%	1,8%
Total	65	80	88	95	2,1%	0,9%	0,7%

NSAT scenario FTE maintenance average/year (Thousands)					Annuel % change		
	2000	2010	2020	2030	00-10	10-20	20-30
Solids	30	29	24	18	-0,4%	-2,0%	-0,6%
CCS	0	0	0	5			
Oil	4	4	2	1	-0,9%	-6,1%	-7,0%
Nuclear	7	7	6	6	-0,8%	-1,0%	-0,2%
Gas	14	22	22	27	4,5%	-0,2%	2,3%
RES	9	18	31	46	7,0%	5,7%	3,9%
Total	65	80	85	102	2,0%	0,6%	1,9%

NSAT/SYndex scenario FTE maintenance average/year (Thousands)					Annuel % change		
	2000	2010	2020	2030	00-10	10-20	20-30
Solids	30	29	18	9	-0,4%	-4,6%	2,5%
CCS	0	0	6	15			
Oil	4	4	2	1	-0,9%	-6,1%	-7,0%
Nuclear	7	7	6	6	-0,8%	-1,0%	-0,2%
Gas	14	22	22	27	4,5%	-0,2%	2,3%
RES	9	18	31	46	7,0%	5,7%	3,9%
Total	65	80	86	103	2,0%	0,7%	1,9%

Source : Syndex.

Tableau 8 – Combustible utilisé dans les centrales thermiques selon les scénarios

Base line scénario DGTREN Fuel inputs to thermal power Ktoe	2000				Annuel % change		
	2000	2010	2020	2030	00-10	10-20	20-30
Solids	223 114	232 445	257 475	256 705	0,4%	1,0%	0,0%
Oil (including refinery gaz)	39 172	18 358	13 366	10 522	-7,3%	-3,1%	-2,4%
Gas	103 572	132 475	153 813	148 530	2,5%	1,5%	-0,3%
Biomass	14 969	27 764	36 433	52 041	6,4%	2,8%	3,6%
Total	380 827	411 042	461 087	467 798	0,8%	1,2%	0,1%

Base line scénario NSAT Fuel inputs to thermal power Ktoe	2000				Annuel % change		
	2000	2010	2020	2030	00-10	10-20	20-30
Solids	223 114	209 399	136 357	104 946	-0,6%	-4,2%	-2,6%
Oil (including refinery gaz)	39 172	9 201	3 518	3 526	-13,5%	-9,2%	0,0%
Gas	103 572	112 652	117 695	128 156	0,8%	0,4%	0,9%
Biomass	14 969	24 155	73 087	111 749	4,9%	11,7%	4,3%
Total	380 827	355 407	330 657	348 377	-0,7%	-0,7%	0,5%

Source : P. Capros, L. Mantzos, V. Papandreou, N. Tasios, Model-Based Analysis of the 2008 EU Policy Package on Climate Change and Renewables, juin 2008.

Tableau 9 – Impact des scénarios sur les emplois dans les mines

Fuel energy Production Solids Ktoe and employment	2005				Annuel % change		
	2005	2010	2020	2030	00-10	10-20	20-30
Base line scénario	196 451	164 952	141 764	125 808	-1,7%	-1,5%	-1,2%
Employment	202 570	170 090	146 180	129 727	-1,7%	-1,5%	-1,2%
NSAT Scénario	196 451	160 708	124 815	112 465	-2,0%	-2,5%	-1,0%
Employment	202 570	165 714	128 703	115 968	-2,0%	-2,5%	-1,0%

Source : Syndex

102 000 à l'horizon 2030, hors impact indirect lié aux rechanges.

Bien entendu, d'un point de vue qualitatif, le contenu des emplois est appelé à évoluer. Les process mis en œuvre étant à la fois enrichis (CSC) et étendus (développement des renouvelables), un examen détaillé par couple métier / technologie est nécessaire, sachant que l'évolution des technologies conduit à élargir les métiers de la maintenance de la réparation / montage, du diagnostic et de l'offre de solutions techniques. Les métiers de la maintenance sont devenus aujourd'hui des métiers clés dans l'augmentation du taux d'utilisation des capacités et participent

pleinement à l'optimisation des coûts de production.

Impact indirect sur les emplois liés au combustible fossile

Marquée dans les centrales thermiques, la baisse des emplois l'est aussi dans l'ensemble de la filière d'approvisionnement, notamment dans celle qui a le plus fort contenu en emploi, l'industrie charbonnière, et plus particulièrement l'extraction.

Dans l'UE des 27, les emplois liés à l'extraction de la houille, de la lignite et de la tourbe s'élèvent, selon Eurostat, à 203 000 travailleurs.

Les scénarios Base line et NSAT font apparaître une baisse moyenne de la production de

charbon et de lignite de 1,8 % pour le scénario Base line et de 2,2 % pour le scénario NSAT sur la période 2005-2030. Selon cette évaluation, les emplois dans l'extraction, à 203 000 travailleurs en 2005, s'établiraient à 129 000 travailleurs dans le scénario Base line et à 116 000 travailleurs dans le scénario NSAT, soit une baisse de l'emploi dans l'extraction de 74 000 travailleurs dans le premier scénario et de 87 000 travailleurs dans le second.

La production actuelle de charbon représente 61 % de la consommation finale de charbon dans l'UE des 27. Par ailleurs, 71 % de la consommation de charbon est liée à l'approvisionnement des centrales à charbon.

Dans le scénario Base line, la croissance attendue de la consommation de charbon, compte tenu de la baisse de la production, sera couverte par une augmentation des importations. Dans le scénario NSAT, la baisse de la consommation de charbon thermique de 2,5 %

en moyenne sur la période 2000-2030 se répercute quasi-intégralement dans la baisse de la production locale de charbon. Aussi peut-on considérer que les pertes d'emplois de l'extraction du charbon en Europe seront comprises entre 77 000 et 87 000 travailleurs et qu'elles traduisent pour partie l'effet de la poursuite des restructurations dans l'industrie charbonnière et pour partie l'effet de « décarbonation » de la production d'électricité. Dans le scénario Base line, la production d'électricité charbonnière croît à un rythme de 1,4 % en moyenne annuelle. Dans le scénario NSAT, cette dernière diminue de 0,5 % par an. Ainsi, on peut considérer que l'effet carbone est de l'ordre de 10 000 emplois et l'effet restructuration de l'ordre de 77 000 emplois. Indépendamment de la question de l'évolution du parc de centrales thermiques, la question de la politique de sécurité des approvisionnements de l'UE sur le long terme se pose alors.

2.2. La sidérurgie

La sidérurgie européenne en 2009 : entre adaptation à la crise, évolution de son modèle industriel et émissions de CO₂

La sidérurgie, l'Europe et l'adaptation à la crise

Les enseignements de la période récente

Plusieurs éléments structurels caractérisent la sidérurgie européenne depuis le début des années 2000 :

- ▶ la zone asiatique se confirme comme le lieu de la croissance pour la prochaine décennie. À ce titre, les investissements de capacités se poursuivront dans cette zone ;
- ▶ les investissements sont de plus en plus délocalisés dans les pays producteurs de matières premières ;
- ▶ l'essentiel des investissements est destiné à la technologie traditionnelle de la voie fonte, la plus riche en emplois mais aussi la plus émettrice en CO₂ ;
- ▶ la financiarisation croissante des modes de gestion du secteur se poursuivra, la finance imposant toujours plus ses critères et ses rythmes, notamment par la création de nouveaux marchés à terme (billetes, brames, minerai de fer, matières d'alliages, etc.) ;
- ▶ les politiques de lutte contre le changement climatique contribuent à cette financiarisation par la création de marchés à terme sur le CO₂.

L'Europe a participé pleinement à la période récente : les investissements ont été particulièrement nombreux dans les pays dits « de l'Est », des augmentations de capacités étaient programmées à l'Est comme à l'Ouest avant le retournement conjoncturel de la fin 2008. La crise a interrompu ces évolutions.

La question est de savoir dans quelle mesure la politique de lutte contre le changement climatique peut constituer un virage stratégique grâce auquel l'industrie européenne de l'acier pourra maintenir sa place et ses emplois dans le monde de demain.

L'adaptation de la sidérurgie européenne à la crise financière de 2008-2009 : les frontières entre filières s'effacent progressivement

La période d'euphorie industrielle et économique qu'a connue la sidérurgie mondiale entre la fin de l'année 2003 et la fin de l'année 2008 a clos une période marquée par la saturation des capacités de production et par des pénuries ponctuelles, y compris en Europe.

Bien que le retournement de cycle change la donne, le maintien des capacités de production existantes reste la règle, notamment grâce au soutien des pouvoirs publics dans toute l'Europe, qui ont étendu les mesures de chômage partiel et amélioré leurs conditions d'indemnisation.

Pour la première fois dans l'histoire industrielle contemporaine de la sidérurgie, les producteurs ont mis en place des stratégies originales pour limiter leurs productions :

- ▶ arrêts temporaires de hauts-fourneaux, outils dont le fonctionnement régulier est au cœur de leur viabilité technique et économique ;
- ▶ fonctionnements restreints des hauts-fourneaux en activité par un abaissement de leur production de fonte jusqu'à 60 % de leur capacité journalière.

Sur le plan social, les intérimaires et les sous-traitants ont été les premières victimes de l'arrêt des installations. Ce phénomène s'est très vite doublé d'une diminution des coûts dans de nombreux domaines, puis de suppressions d'emplois dans le cadre de plans de départs volontaires.

Les mesures de réduction des effectifs prises peuvent être qualifiées de structurelles, dans le sens où leurs conséquences sur l'organisation s'inscrivent dans le moyen et le long terme. Les

arrêts temporaires d'outils, au contraire, demeurent des mesures conjoncturelles, qui s'inscrivent dans le court terme.

Cette distinction entre une adaptation conjoncturelle des outils de production, d'une part, et une gestion structurelle de la main-d'œuvre de production comme du personnel indirect, d'autre part, correspond à une nouvelle vision financière de l'entreprise. Dans cette vision :

- ▶ le remplacement ou la substitution de l'outil représente un investissement extrêmement coûteux ;
- ▶ la charge que représente le personnel pourra donner lieu, en temps utile, à des contractualisations, pour l'instant jugées, à tort ou à raison, faciles à réaliser sur des marchés de l'emploi caractérisés par des taux de chômage élevés ;
- ▶ la sous-traitance s'étend à tous les travaux jugés non stratégiques insérés dans la production ;
- ▶ le volant d'intérimaires passe progressivement de 10 % à 20 %, quand ce n'est pas davantage, de la main-d'œuvre directe de production ;
- ▶ certains services généraux et administratifs sont externalisés.

Dans ces conditions d'exploitation de la filière intégrée, où seule la cokerie conserve un fonctionnement continu et des frais fixes peu variables, l'avantage que procure l'exploitation d'un four électrique par rapport à un haut-fourneau se réduit, lorsqu'il ne devient pas nul, et la perspective que les hauts-fourneaux soient remplacés progressivement par des fours électriques s'éloigne d'autant.

Ainsi, la sidérurgie européenne, grâce à l'adaptation de sa main-d'œuvre et à la réactivité des autorités publiques en matière de chômage partiel, a pu maintenir ses capacités de production intactes sur le plan des matériels.

C'est en cela que cette crise financière, économique et sociale n'est pas comparable avec la crise structurelle précédente. L'Europe

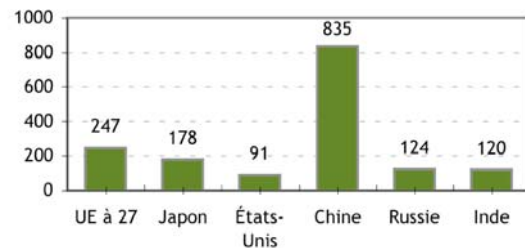
aujourd'hui n'est pas surcapacitaire en aciers, sauf de manière conjoncturelle.

La sidérurgie, un secteur émetteur de CO₂

La sidérurgie émet plusieurs polluants, tels que le SO₂, les NO_x, le CO₂, les particules, le mercure, etc.

Selon les sources, le secteur compte pour 6 à 7 % des émissions mondiales de CO₂, un chiffre qui atteint 10 % si on y inclut les émissions issues de l'extraction et du transport des matières premières.

Émissions directes de CO₂ dans la sidérurgie mondiale en 2005 (source : AIE)



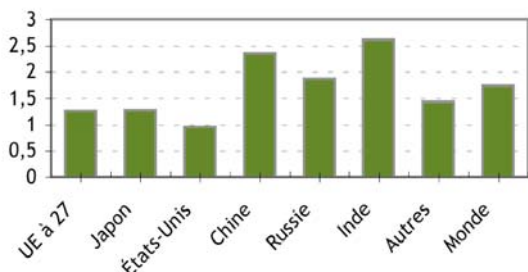
L'industrie sidérurgique compte pour 30 % des émissions de CO₂ issues de l'ensemble des industries. La Chine est le premier émetteur, à la fois parce qu'elle est le premier producteur mondial d'acier et parce que sa sidérurgie repose à 90 % sur la voie fonte, représentée par une vaste gamme de technologies des plus modernes aux plus artisanales.

Les émissions de CO₂ par pays

De l'ensemble de ces éléments résulte une émission moyenne de CO₂ par tonne d'acier produite très différenciée selon les pays et que l'on peut expliquer par divers facteurs (par ordre d'importance) :

- ▶ la trajectoire de développement ;
- ▶ la composition de la filière, ce qui renvoie partiellement à la disponibilité des matières premières ;
- ▶ l'efficacité énergétique des installations.

Les émissions directes de CO₂ par tonne d'acier et par pays en 2005 (source : AIE et IISI)



La sidérurgie européenne vers l'économie bas carbone

Une politique industrielle européenne bas carbone : le programme Ulcos et la plate-forme technologique européenne ESTEP

Le programme européen Ultra-low CO₂ Steelmaking (Ulcos, « production d'aciers bas carbone »), projet phare de la plate-forme technologique européenne ESTEP (European Steel Technology Platform), est unique en son genre en Europe. Partiellement issu de la Communauté européenne du charbon et de l'acier (CECA), le projet Ulcos a su mobiliser et faire coopérer 47 acteurs sidérurgistes et non sidérurgistes (des chimistes comme Air Liquide, Linde ou BASF, et des pétroliers comme Statoil, y participent). Programme de recherche financé

en partenariat public-privé, Ulcos a été lancé en 2004. Ses projets sont éligibles aux fonds de soutien de l'European Economic Recovery Plan.

La plate-forme technologique ESTEP a vocation à promouvoir des projets de coopération en R&D pour le développement à la fois de process bas carbone et de produits sidérurgiques favorisant la réduction des émissions de CO₂ dans les secteurs où ils sont employés (équipements d'énergies renouvelables, équipements de transports, bâtiment, etc.).

Les nouvelles technologies développées par le programme Ulcos

Une première étape a été franchie après quatre ans de recherche, en février 2008, lorsque trois familles de solutions techniques ont pu être proposées pour regrouper les quelque 80 possibilités technologiques examinées :

- la sidérurgie décarbonée par la réduction du fer par hydrogène ou l'électrolyse du minerai de fer (technologies à base d'hydrogène, technologie Ulcolysis et Ulcowin) ;
- l'utilisation de la capture et du stockage de CO₂ en complément des techniques d'obtention de fer neuf. Les technologies sont au nombre de trois : Top Gaz Recycling (TGR, « recyclage des gaz de hauts-fourneaux », Hisarna et Ulcored ;
- l'usage de la biomasse.

Calendrier indicatif et prévisionnel des phases de R&D avant déploiement des technologies

Technologies	2007	2009	2010	2020	2025	2030
Recyclage des gaz de hauts-fourneaux avec CSC						
Réduction-fusion (Hisarna)						
Ulcored						
Ulcolysis / Ulcowin						
Hydrogen						?
Biomasse						?

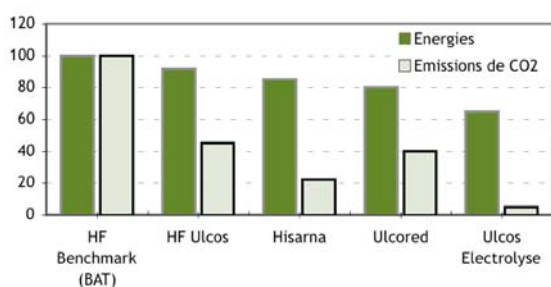
Légende

	Pilotes
	Démonstrateurs
	Déploiement
?	Indéterminé

Source : JP Birat Estp Mirror Group, Bruxelles, juillet 2009.

Ces trois solutions techniques pourraient, selon les informations communiquées par le programme de recherche, être déployées entre les années 2020 et 2030. Elles permettent chacune de réduire substantiellement les émissions de CO₂ tout en réduisant la consommation énergétique, dans des proportions encore à confirmer.

Économies d'énergie et réduction des émissions de CO₂ par technologie (source : Ulcos)



La technologie de capture et stockage du CO₂ est donc complémentaire aux trois technologies qu'il est possible de mettre en œuvre rapidement pour réduire substantiellement les émissions de dioxyde de carbone d'une installation produisant du fer neuf. Ces trois technologies rapidement disponibles sont :

- ▶ le Top Gaz Recycling (TGR), qui permet de concentrer le CO₂ issu du haut-fourneau une fois qu'il a été séparé des autres gaz ;
- ▶ Ulcored, qui permet la réduction directe grâce au gaz naturel ;
- ▶ Hisarna, qui repose sur la fusion-réduction avec du charbon.

En raison de leur recours à la capture et au stockage de CO₂, ces trois technologies s'avèrent transitoires. Elles précèdent le passage à des technologies propres, pour le moment indisponibles à moyen terme.

L'emploi dans la sidérurgie européenne conjugué au futur

Jusqu'en 2020, la sidérurgie sera partiellement¹² protégée par l'octroi de droits d'émissions gratuits, à l'instar des secteurs identifiés par la Commission européenne comme les victimes potentielles de fuites de carbone, qui subissent à la fois l'ouverture à la concurrence internationale et une haute intensité énergétique. Il est plus que nécessaire qu'une solution concernant la très grande majorité des producteurs d'aciers dans le monde puisse être trouvée d'ici à 2020.

Sur les sites intégrés de production d'acier liquide, nous estimons à 175 000, pour une capacité de production de 200 millions de tonnes d'aciers, le nombre d'emplois menacés. S'y ajoutent les emplois dans la transformation à froid, qui ne nous semblent pas menacés de la même façon, étant donné leur proximité géographique des marchés. Pour les tubes en revanche, une localisation européenne est plus fragile, une part importante de la production étant destinée à l'exportation¹³.

Évolution des emplois dans la sidérurgie européenne par activité entre 2002 et 2006

	2002	2003	2004	2005	2006
Integrated sites	367 843	407 929	396 426	373 557	371 770
Cold processing	79 410	73 939	70 857	69 250	66 335
Tubes	121 374	118 538	117 081	114 964	110 132
Total	568 627	600 406	584 364	557 771	548 237

Source : Eurostat

Le risque lié à la concurrence asymétrique due au prix du carbone en Europe peut être provisoirement écarté grâce aux mesures temporaires prises. Cela ne signifie pas que des

¹² Voir projet de décision du 18 septembre 2009 sur la liste des secteurs considérés comme exposés à un risque de fuite carbone

¹³ Nous avons chiffré, en 2006, la probabilité d'une délocalisation des productions comprises entre 50 et 75 Mt d'aciers, entraînant la suppression de 45 000 à 67 000 emplois dans le secteur à l'horizon 2030, auxquels s'ajoutaient 20 % d'emplois externalisés soit, au total, entre 54 000 et 80 000 emplois. Cf. *Changement climatique et emploi, ibid.*

délocalisations n'auront pas lieu dans les vingt prochaines années avec un impact sur les salariés employés à la production ou dans la gestion et l'administration des sociétés, mais elles répondront à d'autres explications.

C'est pourquoi nous estimons probable que la sidérurgie européenne perde entre 24 000 et 45 000 salariés pour des raisons autres que climatiques.

Cette estimation nous paraît minimale dans les deux cas.

Impacts sur l'emploi des nouvelles technologies : prévisions et inconnues

Pour aborder l'impact de ce nouveau paramètre climatique dans les stratégies d'investissement et dans les modalités de gestion d'un secteur comme la sidérurgie en Europe, nous distinguerons analytiquement deux types d'actions. Les premières relèvent des actions continues améliorant l'efficacité énergétique des installations et permettant de réduire la consommation d'énergie par tonne d'acier produite. Les secondes correspondent aux projets bas carbone, qui modifient la configuration industrielle, économique et sociale des installations.

Efficacité énergétique et productivité des installations

Une démarche d'amélioration continue a pour effet de consolider les emplois existants et ouvre le recours à des qualifications d'énergéticiens. À notre connaissance, celles-ci appartiennent pour le moment au domaine des techniciens généralistes.

Étant donné l'imbrication de la gestion des énergies au cœur du processus de production de la fonte et de l'acier, il est sans aucun doute pertinent de favoriser la naissance d'une culture de l'efficacité énergétique parmi les opérateurs de production et de maintenance. Cela ouvrirait sur une évolution essentiellement qualitative des emplois sidérurgiques européens, à la fois chez les grands industriels et chez leurs sous-traitants impliqués dans la production.

Le recyclage des gaz de hauts-fourneaux compatible avec une sidérurgie riche en emplois

Comme nous l'avons vu précédemment, les projets de modernisation bas carbone auront un impact emploi :

- si le déploiement de la technique du recyclage des gaz de hauts-fourneaux se confirme à partir des années 2016-2020 ;
- à partir de 2020, si les tests confirment :
 - ⇒ l'intérêt de la réduction directe (ce dont nous doutons peu),
 - ⇒ de manière plus hypothétique, la fusion-réduction (cette technique fait depuis de nombreuses années l'objet de multiples tentatives toujours avortées).

Dans le cas de la technologie de recyclage des gaz de hauts-fourneaux, nous pouvons escompter une progression de l'emploi découlant directement de cette transformation dans chaque usine employant la voie fonte.

Peut-on en revanche former l'hypothèse qu'une mise au point des nouvelles technologies Ulcored et Hisarna pourrait favoriser une évolution dans ce domaine ?

Selon l'hypothèse Syndex, la sidérurgie européenne :

- équilibrerait la balance commerciale en acier et augmenterait donc ses capacités de production au rythme de la consommation ;
- bénéficierait d'une progression combinée des aciers électriques et des aciers fonte ;
- dégagerait des gains de productivité physique moyens de 2 % par an, soit un chiffre inférieur à la moyenne. Cela s'explique par l'introduction des nouveaux équipements, qui génèrera de nouveaux emplois mais freinera dans un premier temps l'intensification du travail par l'apprentissage nécessaire des nouveaux outils industriels.

Selon ces hypothèses, il y aura des pertes d'emplois, liées essentiellement aux gains de productivité.

Sur le plan qualitatif, il conviendra de prendre en compte les évolutions suivantes :

- l'évolution vers une industrie de process du fonctionnement des hauts-fourneaux impliquera de grands changements dans les manières de travailler : là où le savoir-faire collectif des équipes était indispensable au bon fonctionnement de l'outil, la nouvelle donne technologique imposera des régularités beaucoup plus contraignantes, à partir d'outils de mesure et de contrôle renforcés et informatisés ;

- l'intensification du fonctionnement de l'outil vers plus d'efficacité énergétique et plus de précision et de rigueur dans les normes de fonctionnement aura aussi pour effet de mettre en tension supplémentaire les outils et les matériaux, ce qui emportera certainement des conséquences pour la sécurité des travailleurs.

On peut également s'interroger sur les conséquences pour les métiers exercés par la main-d'œuvre d'usines dont la consommation énergétique devient un des critères déterminants de son fonctionnement, voire de sa viabilité à moyen terme. N'y a-t-il pas une question de formation professionnelle au sens large, accessible à l'ensemble du personnel ?

Hypothèse Syndex RGHF(Mt)

	2010	2020	2030	2030/2010
fonte	115	120	138	20,0%
électrique	82	90	100	22,0%
Total	197	210	238	20,8%
productivité physique t/h/an	1,3	1,585	1,932	48,6%
productivité physique t/h/an	2,5	3,047	3,715	48,6%
emplois directs fonte sous statut	88,462	75,710	71,429	-19,3%
emplois directs électrique sous statut	32,800	29,537	26,918	-17,9%
Total	121,262	105,247	98,346	-18,9%

2.3. Les raffineries

Le raffinage européen fait face à des enjeux lourds

Les capacités mondiales, après une phase de relative stabilité, devraient croître dans les années à venir

Les capacités mondiales de raffinage ont peu évolué ces dernières années, avec une croissance de moins de 3 % entre 2004 et 2008. Les zones en croissance sont l'Asie et le Moyen-Orient. Les zones matures (Europe et Amérique du Nord) limitent les nouveaux projets et sont plutôt dans une phase de restructuration de l'outil industriel pour répondre aux évolutions de la demande.

Malgré la faiblesse actuelle de la demande, une sensible progression des capacités est attendue entre 2009 et 2013, de nombreux projets étant en cours de construction au Moyen-Orient et en Asie. Si certains projets ont été ralentis en raison de la crise, la plupart se feront, qu'il s'agisse de projets quasi finalisés ou bien de la part de pays disposant des capitaux nécessaires et dont la rentabilité n'est pas le critère recherché en priorité. On peut ainsi citer les constructions prévues en Arabie saoudite, qui visent à diversifier l'outil industriel du pays et à réduire la dépendance à l'extraction de pétrole, en Iran, où des raffineries sont nécessaires pour réduire la dépendance aux importations de produits raffinés, ou en Chine, qui vise elle aussi une diminution de sa dépendance aux importations.

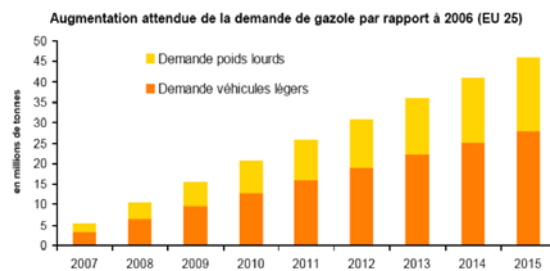
Ces projets, dans le contexte actuel de faible demande, amèneront des surcapacités mondiales qui se répercuteront sur le marché européen.

Le délicat équilibre offre / demande du raffinage européen

L'Europe compte environ 140 raffineries, pour une capacité d'un peu plus de 16 Mb/j (soit 750 Mt/an).

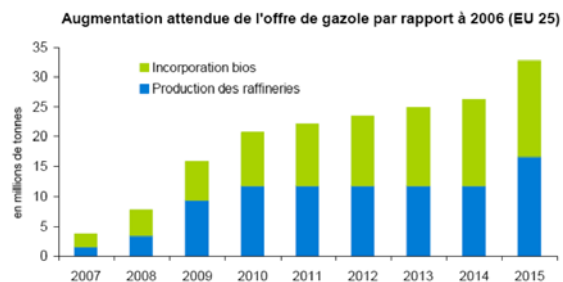
Le raffinage européen, malgré un apparent équilibre entre l'offre et la demande, est marqué par une très forte dépendance aux imports-exports. Un quart de la production d'essences (40 Mt) est exporté, essentiellement vers les États-Unis, tandis que 15 % de la demande de gazole et de FOD (30 Mt) est importée.

Cette dépendance devrait s'accroître dans les années à venir, avec la poursuite du déclin des essences au profit du gazole, les pays européens subissant une augmentation de la diésélisation du parc automobile.



Source : UFIP - juin 2008

On peut cependant estimer que l'impact de la crise atténuera l'évolution attendue : celle-ci devrait se situer dans une fourchette comprise entre 30 et 35 Mt de demande additionnelle.



Source : UFIP - juin 2008

L'augmentation attendue de l'offre grâce aux investissements de production des raffineries et à l'incorporation des biocarburants permettrait de couvrir la hausse attendue de la demande.

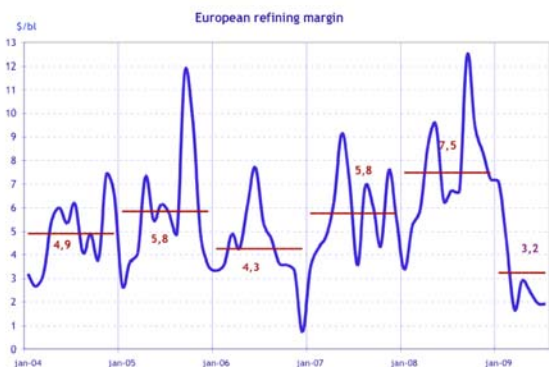
Cela se traduirait par un maintien des importations de gazole à leur niveau actuel.

En 2009, pour la première fois depuis de nombreuses années, des réductions de capacités sont envisagées par plusieurs acteurs majeurs : d'après nos estimations, une diminution de 30 Mt de capacité pourrait avoir lieu en Europe, soit 4 % de la capacité actuelle.

En Europe de l'Ouest, les majors (Shell, BP, Exxon, Total, Conoco) se désengagent de leurs actifs jugés non stratégiques. Elles cherchent à se repositionner sur leurs outils les plus performants en termes de taille et de rentabilité, outils dans lesquels elles investissent, au détriment des plus petites unités cédées à des indépendants¹⁴.

En Europe orientale, les acteurs (OMV, MOL, PKN Orlen) participent au contraire à la concentration du secteur. Des acteurs russes comme Lukoil cherchent à se renforcer en Europe (Est et Ouest).

Sous l'effet de la crise, les marges ont chuté en 2009 et devraient se maintenir à un faible niveau dans les mois à venir



Source : Syndex, DGECE

Depuis 2004, les marges européennes de raffinage se situent à des niveaux relativement élevés, comparativement à la situation des années 1990. Les raffineurs ont notamment

bénéficié de la hausse régulière de la demande dans un contexte de faible accroissement des capacités.

L'année 2008, malgré le ralentissement de la demande à partir du second semestre, a atteint un niveau record. Ce résultat est dû à deux pics : le premier en avril-mai (période où la demande est tirée par la constitution des stocks d'essence aux États-Unis en prévision de la *driving season*), et le second en septembre-octobre, à cause des ouragans du golfe du Mexique qui ont conduit à l'arrêt de plusieurs raffineries.

Toutefois, si les ouragans, suivis d'un hiver rigoureux sur l'hémisphère nord, ont soutenu les marges jusqu'au début 2009, on constate une chute des marges depuis février. Cette situation, conséquence directe de la baisse de consommation liée à la crise, devrait perdurer dans les mois à venir, toute reprise de la consommation étant conditionnée à la vigueur de la reprise économique.

Les primes à la casse automobile, instituées par de nombreux pays en réponse à la crise, devraient aussi entraîner une diminution de la consommation moyenne des véhicules, en substituant des véhicules anciens par des modèles récents plus économes en carburant (d'autant plus que les petites cylindrées sont les grandes bénéficiaires de ces primes).

Enfin, la construction de nouvelles capacités de raffinage, évoquée précédemment, devrait plus que compenser toute hausse de la demande et contribuer à maintenir les marges à un niveau bas (sauf facteur externe type ouragans ou climat).

Dans les prochaines années, le raffinage européen devra donc faire face à deux enjeux majeurs :

- améliorer sa capacité à traiter des bruts lourds tout en respectant des spécifications (produits et environnementales) toujours plus exigeantes ;

¹⁴ Ainsi, en trois ans, Petroplus est devenu le cinquième raffineur européen, grâce au désengagement des majors.

- faire face à une consommation accrue de gazole, sachant que la demande d'essence diminue, ce qui pèse sur les marges.

Les évolutions du raffinage modifient ses émissions de CO₂

Impact de l'évolution de la demande

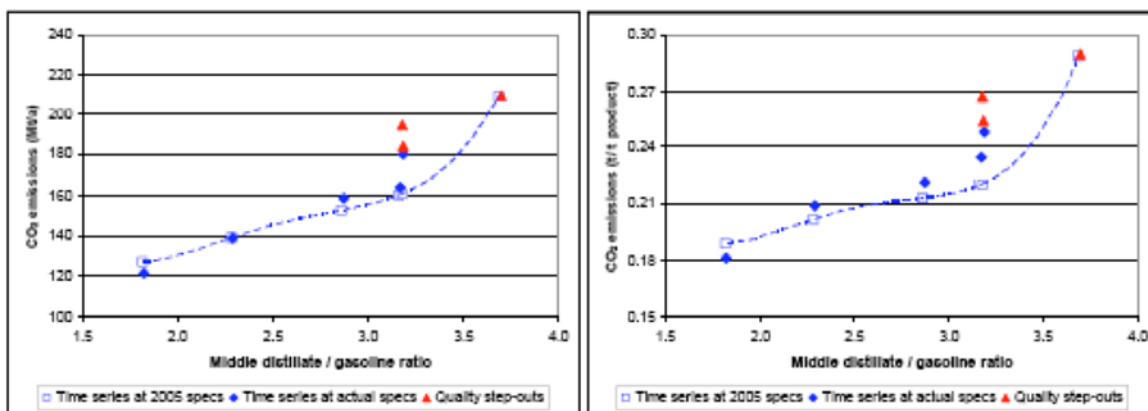
Les évolutions conduisent, année après année, à un écart grandissant entre la capacité de production et les besoins du marché, nécessitant l'importation de gazole et l'exportation d'essences et de fioul lourd. Face à cette situation, les raffineurs ont adapté leurs outils.

Schématiquement, dans les années 1960, les raffineries consommaient peu d'énergie, et leur rôle consistait essentiellement à fractionner le brut en coupes essences, gazoles et fioul lourd.

Dans les années 1980 et 1990, le raffinage a évolué sous l'influence de la production d'électricité et du développement du parc automobile. Pour répondre à la demande, il a fallu installer des unités de conversion pour transformer du fioul lourd en essence et en gazole, ce qui a eu pour conséquence d'accroître la consommation d'énergie et d'hydrogène.

La raffinerie actuelle exporte de plus en plus son fioul lourd. Les conversions deviennent profondes (hautes pressions et hautes températures), la consommation d'énergie augmente fortement, et des unités de production d'hydrogène doivent être développées en appoint. Une raffinerie européenne consomme ainsi environ 7 % du brut qu'elle traite, contre 4 à 5 % il y a vingt ans. Aux États-Unis, où les conversions profondes sont plus développées, ce pourcentage atteint 11 à 13 %.

Évolution estimée des émissions de CO₂ en fonction du ratio de production gazole/essences, au global et à la tonne traitée



Source : Concawe.

Impact des évolutions réglementaires

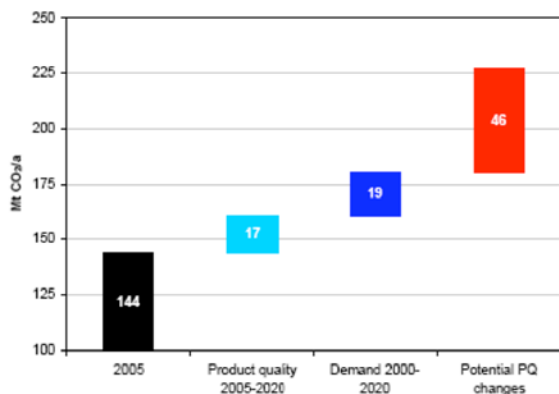
Les exigences environnementales continueront à croître considérablement dans les années à venir :

- réduction du soufre dans les fiouls lourds, le fioul domestique et les essences et gazoles ;

- passage des fiouls à usage agricole, ferroviaire et pour engins de chantiers aux qualités gazole ;
- application de nouvelles directives européennes (CO₂, IPPC, etc.) ;
- programme CAFE (Clean Air for Europe).

Pour atteindre ces nouvelles spécifications, il faudra recourir à des techniques d'hydrogénation

sévères. Cette mutation se traduira par un accroissement de l'énergie consommée et donc des émissions de CO₂, comme le montre le graphique ci-dessous.



Source : Concawe

Selon Concawe (estimations d'avant la crise), les émissions de CO₂ du raffinage européen pourraient passer de 144 à 225 Mt/an en 2020. En prenant l'hypothèse que la hausse de la demande sera annulée par la crise et les mesures d'économie d'énergie, on aboutit à des émissions de 200 Mt/an, le renforcement des spécifications conduisant à une hausse de 63 Mt : 17 Mt en lien avec les réglementations déjà en vigueur et 46 Mt pour des évolutions à venir.

Les investissements nécessaires

Ces évolutions (demande et évolution des réglementations) nécessiteraient, d'après Concawe, d'investir 61 Md\$ dans l'adaptation du raffinage européen entre 2005 et 2020 : moitié pour répondre à l'évolution de la demande, moitié pour faire face aux nouvelles spécifications.

Ces chiffres doivent toutefois être pris avec prudence, les raffineurs ayant par le passé toujours largement surestimé les montants nécessaires pour faire face aux adaptations des spécifications. Un montant de l'ordre de 30 à 40 Md\$ nous paraît plus probable.

Impact de l'ETS sur le secteur du raffinage

Un impact mineur jusqu'en 2012

La première phase de 2005 à 2007 a été indolore pour les raffineurs, les quotas ayant été attribués sur la base des émissions historiques des sites et tenant compte des projets de croissance. Au global, les quotas attribués gratuitement ont été supérieurs de 6 % aux émissions réelles.

La seconde phase (2008-2012) a revu à la baisse les attributions mais ne devrait pas pour autant représenter une charge importante pour les pétroliers.

Certains ont utilisé leurs excédents de la phase I pour les convertir en couvertures de la phase II ou ont déjà acheté des quotas phase II. Les majors utilisent également la possibilité d'obtenir des quotas (CER) en investissant dans des projets de réduction des émissions dans les pays en développement (MDP : mécanismes de développement propres).

La chute des prix du CO₂ (15 €/t en septembre 2009, après un point bas à 8 €) limite fortement la charge correspondant à l'achat des quotas déficitaires.

La phase post-2013 pourrait en revanche s'avérer plus complexe à gérer pour les raffineurs

L'effort à faire pour atteindre les objectifs du paquet Climat-énergie de l'UE portera majoritairement sur les industries soumises aux quotas d'émissions, dont le raffinage.

Le raffinage entrerait dans la catégorie des industries exposées au risque de fuite carbone (ce secteur étant, comme on l'a vu, déjà largement ouvert aux importations), ce qui lui permettra de continuer à bénéficier de quotas gratuits jusqu'en 2018. Toutefois, la mise en place des benchmarks favorisera les unités les plus efficaces énergétiquement au détriment des moins efficaces.

Cette contrainte s'ajoutera alors aux fragilités intrinsèques de certaines unités : niveau des marges (en cas de surcapacités européennes), niveau de conversion, faiblesse des débouchés locaux, performance énergétique (notamment en cas de remontée du prix du brut) et absence de synergies pétrochimiques.

Un risque pèsera donc sur les outils qui ne bénéficieraient pas d'investissements dans l'amélioration de leur efficacité énergétique.

Les possibilités d'action pour réduire les émissions de CO₂

Les raffineurs travaillent dans plusieurs directions :

- ▶ amélioration de la fiabilité des usines : pas d'arrêts pour éviter des redémarrages coûteux en combustibles, en vapeur, en retraitement de produits, en torchages intempestifs...
- ▶ amélioration de l'efficacité énergétique :
 - ⇒ amélioration de l'intégration thermique des unités,
 - ⇒ récupération de chaleur sur les effluents,
 - ⇒ récupération des condensats de vapeur,
 - ⇒ audits réseaux vapeur,
 - ⇒ optimisation de la gestion des combustibles et de la vapeur,
 - ⇒ fractionnement optimisé, utilisant ainsi un minimum d'énergie pour les colonnes de distillation ;
- ▶ amélioration des taux de conversion, c'est-à-dire la quantité de carburant obtenue par tonne de pétrole brut raffiné ;
- ▶ amélioration de la performance des catalyseurs ;
- ▶ utilisation accrue des installations de cogénération.

Les quatre premiers axes relèvent d'une amélioration constante de l'exploitation des outils existants. Selon l'historique des améliorations des dernières décennies et des technologies existantes, on peut estimer à environ 1 % par

an les gains d'efficacité énergétique réalisables (et donc de réduction des émissions de CO₂).

Le principal levier pour aller au-delà réside dans la généralisation d'installations de cogénération, qui permettent des gains d'efficacité de 20 à 30 % là où elles sont implantées.

Seulement une trentaine de raffineries européennes sont équipées de cogénération, ce qui représente un potentiel important de développement. Malheureusement, les conditions ne semblent pas réunies. En effet, la cogénération représente un coût important, dont la rentabilité est meilleure pour les grosses raffineries, déjà équipées pour la plupart. De plus, les petites raffineries souffrent du contexte actuel de marges basses, et leurs propriétaires ne semblent pas prêts à y investir à long terme (une cogénération se rentabilisant sur vingt ans) car certaines pourraient fermer d'ici là. Enfin, les acteurs indépendants souffrent du *credit crunch* et auront du mal à trouver des financements pour des projets à long terme de ce type.

Les conditions d'un développement de la cogénération passent par :

- ▶ la nécessité d'une vision à long terme sur le prix du CO₂ (enjeu de la conférence de Copenhague) ;
- ▶ des garanties des pouvoirs publics et des régulateurs sur les prix de rachat de l'électricité produite (une cogénération de raffinerie produisant plus d'électricité que les besoins du site) ;
- ▶ un soutien financier pour la mise en place des unités.

L'enjeu post-2020 : le captage et le stockage du CO₂

Le CSC représente le plus gros potentiel de réduction des émissions de CO₂ du raffinage, mais son déploiement est complexe en raison des particularités de cette industrie :

- ▶ des émissions relativement faibles en comparaison de centrales à charbon ou d'autres industries : 1,4 Mt en moyenne pour les raffineries européennes ;

La PCCE au service de l'industrie à faible émission de CO₂

La production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE, également appelée « cogénération ») est une technique de capture de la chaleur résiduelle de la production d'électricité ou des procédés industriels afin de la recycler et de la transformer en électricité utile et en énergie calorifique. Les systèmes de PCCE utilisent un apport de 75 % à 90 % de combustible, bien plus qu'une centrale au charbon conventionnelle (33 %) ou qu'une centrale au gaz naturel (entre 60 % et 64 %). Environ 80 % des systèmes de PCCE dans le monde entier sont utilisés dans les secteurs à haute intensité énergétique, comme le papier et l'impression, la chimie, l'affinage des métaux, le raffinage du pétrole et la transformation des produits alimentaires. Ces systèmes contribuent à améliorer l'efficacité énergétique dans l'industrie et par conséquent à réduire les émissions de CO₂.

Un certain nombre de pays européens utilisent déjà la PCCE dans des proportions considérables. Par rapport à une part de 8 % en moyenne des besoins d'électricité à l'échelle mondiale satisfaits grâce aux systèmes de PCCE, le Danemark répond à ses besoins d'électricité à hauteur de 52 % grâce à ce procédé. Cette proportion est de 39 % en Finlande, de 32 % en Russie, de 29 % aux Pays-Bas et de 26 % en Pologne et en Roumanie.

Selon une estimation sommaire du WWF, environ 25 travailleurs sont nécessaires pour exploiter et maintenir 10 MW de capacité installée de PCCE aux États-Unis. Les pays européens disposent d'une capacité de PCCE de 104 GW, soit 32 % de la production totale d'électricité. L'application au contexte européen de l'estimation du rapport de l'emploi par MW aux États-Unis se traduit mathématiquement de la façon suivante : $25 \times (104\,000/10) = 260\,000$ emplois. Bien entendu, toujours selon le WWF, il convient de considérer ce chiffre avec une certaine prudence. Cette formule appliquée aux États-Unis est une estimation sommaire, et il est en outre malaisé de déterminer dans quelle mesure elle peut être transposée au contexte européen.

Cette formule appliquée à l'Allemagne donne comme résultat 52 000 emplois dans la PCCE. L'Öko-Institut concluait en 2003 que quelque 15 000 emplois pouvaient être créés dans la PCCE en Allemagne sur une période de 7 ans (jusqu'en 2010).

Au-delà des emplois directs, il convient de mentionner les emplois en amont, les fournisseurs, dans les sociétés responsables de l'aménagement du site, les emplois liés à la conception, la construction et l'installation des équipements, ainsi qu'au conseil en efficacité énergétique. Globalement, l'exploitation de la PCCE peut créer davantage d'emplois que les centrales électriques conventionnelles.

- des émissions diffuses sur un grand nombre d'unités au sein d'une même raffinerie ;
- une faible concentration du CO₂ dans les fumées.

Ceci conduit à penser qu'il faudra d'abord que la technologie CSC ait démontré sa viabilité sur des gros émetteurs et ait bénéficié d'économies d'échelle importantes avant de pouvoir être déployée à grande échelle dans des raffineries.

De plus, la configuration des raffineries existantes fait que le zéro émission ne sera pas atteignable. Celui-ci pourrait cependant être envisagé pour des constructions futures : certains projets actuels prévoient la possibilité de « *retrofit* » futur.

D'après le Concawe, le CSC ne devrait pas être économiquement viable pour le raffinage avant 2025 au mieux. Selon nous, ce délai pourrait être raccourci avec la mise en place de politiques volontaristes d'accélération et d'augmentation du nombre de pilotes de démonstration.

Actuellement, seuls deux projets, présélectionnés par la plate-forme ZEP, sont prévus au niveau européen :

- Statoil lance un pilote sur son site de Mongstad en Norvège ;
- Shell participe, à travers sa raffinerie de Pernis, à un projet à Rotterdam, en collaboration avec d'autres industriels.

Le transport et le stockage du CO₂ capté en raffinerie nécessitera la mise en place de clusters avec d'autres industries, une raffinerie seule, même de grande taille, ne justifiant pas la pose d'un pipeline. La taille minimale pour le transport et le stockage est estimé à des émissions de 10 Mt par an.

Mesure de l'impact emploi

Le raffinage européen emploie environ 120 000 salariés directs et indirects.

À l'horizon 2020, nous estimons le risque de fermeture de raffineries à une dizaine parmi celles de petite taille. Ceci résulte, à court terme, de l'impact de la crise sur la demande et les marges, relayé à moyen terme par les mesures de réduction de la consommation des véhicules. Ces fermetures pourraient entraîner la destruction de 6 000 emplois (pour moitié directs et pour moitié indirects).

Les risques de fermetures et de destruction d'emplois sur la période 2020-2030 sont difficiles à évaluer et dépendront du rythme d'introduction des véhicules électriques (hybrides ou tout électrique) et de la concurrence des produits raffinés des zones périphériques à l'Europe (Moyen-Orient et Afrique du Nord).

Des effets positifs sont à attendre du développement de la cogénération et du CCS : là aussi, tout dépendra du rythme et de la hauteur des investissements réalisés, qui sont aujourd'hui difficiles à évaluer.

2.4. Le ciment

Une industrie qui représente 3 % des émissions de CO₂ de l'UE

En 2006, d'après Cembureau, l'industrie cimentière de l'UE 27 émettait, en moyenne, 0,8 t de CO₂ par tonne de ciment (0,75 t d'émissions directes et 0,05 t d'émissions indirectes liées à la consommation d'électricité). Pour une production de 261 Mt (cf. plus bas), cela équivaut à 196 Mt de CO₂ liées aux émissions directes. Ce chiffre représenterait, toujours d'après Cembureau, environ 3 % des émissions de CO₂ de l'UE. Les données des institutions européennes font apparaître des émissions plus faibles : 105 Mt en 2006, soit 2,5 % des émissions.

Une industrie concentrée et bénéficiant de fortes barrières à l'entrée

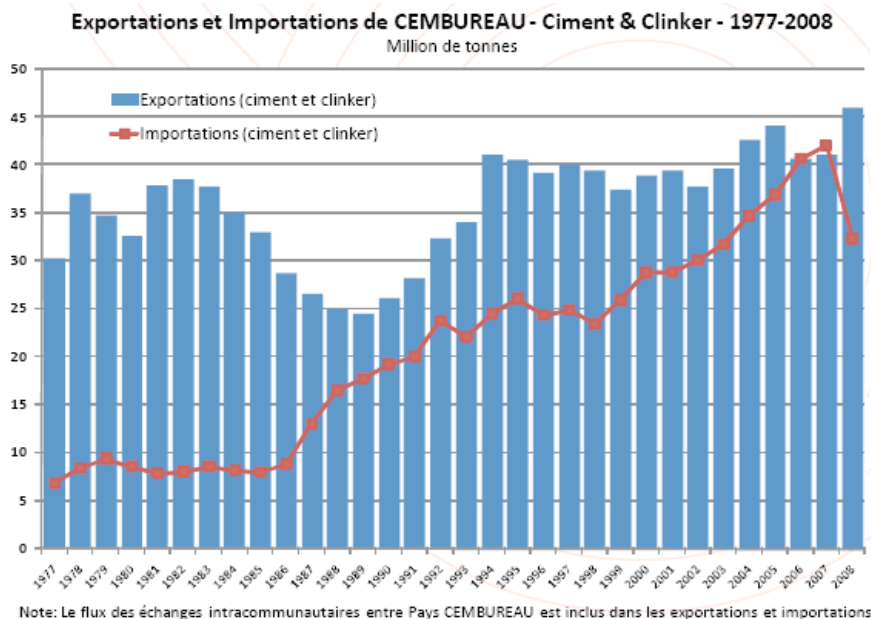
L'industrie cimentière se caractérise par un niveau de profitabilité élevé et par une forte intensité capitalistique. Ces deux indices (profits importants et investissements lourds) plaident en faveur d'une structuration oligopolistique du

marché, où la concurrence existe mais est soumise à des jeux stratégiques éloignés de la prépondérance du prix dans la détermination de la demande (même en l'absence d'entente, le rôle du leader est important dans la fixation des prix). La plupart des grandes entreprises cimentières sont aussi présentes en aval de la filière (granulats, béton), et souvent produisent également d'autres matériaux de construction (plâtre).

Une industrie au solde commercial devenu négatif en 2007

En 2006, la production de l'UE à 25 s'est élevée à 268 Mt, pour une consommation de 261 Mt. Les exportations (y compris intra-UE) ont représenté 32 Mt et les importations 38 Mt.

2008 apparaît comme une année exceptionnelle par rapport à la tendance observée depuis le milieu des années 1980, période au cours de laquelle les importations ont commencé à croître fortement. Bien qu'il ne s'agisse pas de données consolidées (l'intensification des échanges intra-européens contribue à la tendance observée), on peut conclure à une hausse de compétitivité des importations venant de l'extérieur de l'Union européenne (Maghreb notamment), puisque le solde entre exportations totales et importations s'est dégradé.



Risques de fuite carbone ?

Les importations de l'UE en provenance de pays non soumis à des contraintes carbone se sont élevées à 15,5 Mt en 2005, contre 13,5 Mt en 2004.

Une étude du Boston Consulting Group, commandée par Cembureau dans une optique de lobbying auprès des institutions européennes, présente un tableau apocalyptique de l'avenir des cimenteries en Europe : à 25 €/t de CO₂, 80 % de la production européenne risqueraient la délocalisation et, au-delà de 35 €/t, toute production de ciment disparaîtrait du sol européen.

Une autre étude, à partir du modèle CSIM3, confirme l'existence de risques de délocalisation très substantiels, mais explore davantage d'hypothèses de contrainte carbone et détaille les moyens par lesquels ces contraintes peuvent être respectées (séquestration de CO₂, combustibles alternatifs, baisse du facteur clinker et efficacité énergétique). Cette étude donne aussi un moyen de sortie de l'alternative « efforts insuffisants de réduction des émissions ou délocalisation » : la taxation des importations en provenance de pays sans contrainte carbone. Elle indique que cette taxation serait efficace pour préserver l'emploi tout en accompagnant la réduction des émissions.

Un autre élément qui pourrait générer un risque sur l'industrie cimentière européenne est la disponibilité des ajouts. Le laitier de haut-fourneau pourrait se raréfier dans les régions éloignées des côtes, ce qui implique de trouver des sources d'approvisionnement alternatives, ou des ajouts différents. Si des matières nécessaires à la réduction des émissions de CO₂ devaient être importées, la question du maintien de la production de clinker sur le sol européen pourrait se poser avec plus d'acuité. Ici encore, la taxation aux frontières permet de circonscrire le danger.

Recul prononcé de la production en 2008

Pour les 27 pays de l'Union européenne, la diminution du volume de production a été très nette entre 2007 et 2008 (d'environ 7 %, jusqu'à 254 Mt).

En 2008, le total des exportations de clinker et de ciment provenant des pays adhérents de Cembureau a fortement augmenté (de 11,8 %). Il s'élève aujourd'hui à 46 Mt. À l'inverse, les importations ont baissé de 23 % (jusqu'à approximativement 32 Mt). Pour l'année 2008, le clinker représentait 20 % du flux total d'exportations et 36 % du flux total d'importations.

Analyse comparative des entreprises du secteur

Profil (Base 2007)

	Chiffre d'affaire (M€)	Effectifs (Nombre de salariés)	Production (Mt)	Capacité de production (Mt)	Implantations (Nombre de pays)	
Membres fondateurs	Cemex	21673	67000		> 50	
	Cimpor	1966	7530	24,5	11	
	CRH	20992	92000	15,6	32	
	Heidelberg	10 862	67916	88	50	
	Holcim	27052 CHF	89364	149,6	197,8	> 70
	Italcementi	6001	23706	65		22
	Lafarge	17600	77721	148,4		72
	Portland Valderrivas	1886	5066	18		7
	Titan	1497	6034	15,5	16	11
Participants CSI	Siam Cement (ciment seulement)	268 MMTHB	5918		24,2	9

Source : Lafarge

Par rapport à 2007, la consommation de ciment a baissé, en raison de la détérioration des conditions de la demande dans la majorité des pays adhérents de Cembureau. En effet, pour seize d'entre eux, le taux de croissance de la consommation est négatif. Quatre des cinq plus grands pays (ces derniers représentant plus de 60 % de la production totale) ont enregistré une baisse de la consommation de ciment de plus de 2 %, soit un pourcentage bien plus élevé.

Les effectifs de l'industrie cimentière de l'Union européenne à 15 ont été divisés par deux en trente ans : de plus de 90 000 en 1975, ils sont passés à moins de 45 000 en 2005. Ce mouvement est à rapprocher des gains de productivité : 1 700 t par homme et par an en 1970, contre 3 500 t en 1991. Ces gains de productivité ont été atteints grâce à des unités de production plus grandes et automatisées.

Préconisations pour optimiser les alternatives à un scénario BAU à l'horizon 2020 et 2030 et pour une politique industrielle européenne cimentière

- ▶ Poursuivre les efforts entrepris (baisse du facteur clinker, recours accru aux combustibles de substitution, passage en voie sèche).
- ▶ Stimuler la R&D et les projets européens de démonstration et de déploiement pour de

nouveaux procédés (ciments sans clinker, nouveaux liants, éco-ciments, etc.), en dynamisant la coopération entre acteurs de la filière.

- ▶ Intégrer la participation du secteur cimentier aux projets européens de R&D et de démonstration-déploiement des technologies de capture et stockage de CO₂ menés par d'autres secteurs (producteurs d'électricité fossile, sidérurgie, raffineries, etc.).
- ▶ Mobiliser l'ensemble des acteurs de la chaîne de décision (industriels, administratifs et politiques) pour établir des normes de composition des ciments, normes dont l'absence entravent la mise en place de nouveaux procédés.
- ▶ Mettre en place des dispositifs d'ajustement aux frontières à appliquer aux importations non soumises à contrainte carbone, avant d'aboutir à un accord sectoriel mondial (dont les négociations ont été lancées par une initiative du WBCSD).
- ▶ Concevoir des dispositifs et outils sectoriels de gestion prévisionnelle des emplois et compétences dédiés aux nouveaux procédés et produits.
- ▶ Proposer des programmes de formation appropriés pour les managers et les travailleurs des groupes cimentiers, mais aussi pour ceux des entreprises du secteur client (BTP), sans compter les particuliers.

2.5. La chimie

La chimie et bas carbone : état des lieux et enjeux

Entre mutations profondes, régulation difficile et analyse impossible : une politique industrielle s'impose

La chimie est une branche industrielle de nature complexe, parce qu'elle n'est pas homogène : elle recouvre des milliers de filières industrielles de transformation et des dizaines de milliers de produits différents.

Cette complexité s'est accrue avec l'innovation technologique et la déstructuration des filières industrielles provoquée par les logiques concurrentielles qui se sont diffusées ces dernières décennies. Les domaines stratégiques et les chaînes de valeur ont été revisités à l'aune des principes financiers : le paysage des acteurs et les modèles organisationnels ont profondément évolué dans les pays matures. Dans les régions dites « émergentes », une nouvelle industrie chimique est en train de croître à vive allure.

En raison de la coexistence, d'une part, d'une phase de restructuration profonde dans les pays matures et, d'autre part, du développement rapide d'une industrie nouvelle dans les pays émergents pour servir les marchés locaux ou ceux de la grande exportation, il est difficile de raisonner de manière générale et globale. Cela complique également la possibilité de réguler une branche à partir des seuls mécanismes de marché. L'enjeu de politique industrielle est donc particulièrement prégnant.

Une branche importante du point de vue des émissions de GES...

L'industrie chimique contribue substantiellement aux émissions de GES: elle est responsable d'environ 15 % à 16 % des émissions globales de GES d'origine industrielle au niveau mondial (4 % toutes origines confondues), soit environ

2,4 milliards de tonnes de CO₂ en 2005 (525 Mt équivalent CO₂ en Europe la même année). C'est le secteur industriel le plus énergétivore, avec 28 % de la consommation énergétique mondiale en 2005.

À l'origine de 90 % des volumes de GES produits par l'industrie chimique, huit filières (l'ammoniac, l'acide nitrique, l'acide adipique, l'acide glyoxylique, la pétrochimie, la chlorochimie, le noir de carbone et le carbonate de soude) sont couverts par le système ETS depuis la directive de janvier 2008¹⁵. D'autres activités chimiques sont concernées par des quotas imposés au titre de la combustion dans le process même (chaudières, fours). Enfin, une partie de l'activité chimique se situe hors ETS.

Les États-Unis, le Japon, la Chine et l'Union européenne sont les quatre principaux producteurs pétrochimiques et concentrent les deux tiers des émissions de CO₂ de ce secteur.

... déjà engagée dans la réduction des émissions de GES...

Les modèles stratégiques des groupes chimiques mettent l'accent dans les zones matures sur des enjeux qui ne sont pas sans effets sur les émissions de GES. Les innovations dans les procédés ont visé à accroître l'efficacité énergétique. L'innovation dans les produits a visé l'amélioration des qualités fonctionnelles et applicatives. La mise en œuvre de ces innovations a contribué à réduire les émissions par unité produite de GES au cours des quinze dernières années au niveau mondial. Ainsi, depuis 1990, la production chimique a progressé, en moyenne annuelle, de 3,2 %, tandis que les émissions n'ont augmenté « que » de 1,7 % par an.

Toutefois, ces évolutions ne sont pas homogènes sur le plan géographique. La progression de 1,7 % recouvre une quasi-stabilité des émissions en Europe (l'intensité carbone de la chimie

¹⁵ L'ammoniac, l'acide nitrique, l'acide adipique, l'acide glyoxylique sont soumis à ETS depuis 2005, et la pétrochimie, la chlorochimie, le noir de carbone et le carbonate de soude depuis 2008.

européenne est la plus faible, avec 0,36 kg de CO₂ pour 1 dollar de chiffre d'affaires en 2010-2011) et en Amérique du Nord, tandis que celles du reste du monde ont fortement augmenté, particulièrement en Asie, où la progression est liée à la très sensible croissance des capacités de production dans une chimie plus intensive en carbone.

... sans pour autant que le potentiel d'amélioration ne soit épuisé, à la condition que deux défis majeurs soient relevés

La poursuite de la réduction des émissions de GES implique un effort important, y compris pour l'industrie chimique européenne : sans cette mobilisation exemplaire, qu'admettent les industriels, les émissions de GES progresseraient d'environ 34 % en Europe de l'Ouest sur la période 2005-2030 (+ 90 MtCO₂) et d'environ 78 % (+ 200 MtCO₂) en Europe orientale.

Un potentiel de réduction viable économiquement a été identifié à l'horizon 2030¹⁶. Cependant, un double défi est soulevé. Le premier porte sur la poursuite, voire l'accélération, du processus d'amélioration déjà engagé dans les pays matures. Le second concerne les pays émergents qui, même s'ils réduisent leur intensité en carbone, devraient accroître leurs émissions de GES avec le développement de leurs capacités de production (les émissions de CO₂ de la chimie en Chine devraient passer de 27 % du total mondial du secteur en 2005 à 34 % en 2030).

Un potentiel d'amélioration important qui reste à exploiter...

Un potentiel d'amélioration a été évalué (et validé) et peut être traduit technologiquement dans des délais relativement brefs et à un coût maximal de 60 € par tonne équivalent CO₂. L'investissement mondial est estimé (de manière probablement un peu large) à 520 Md€ entre 2010 et 2030. En contrepartie, des économies de 280 Md€ seraient engrangées par l'amélioration de l'efficacité énergétique.

L'intensité énergétique serait réduite de 25 %, tandis que la production doublerait, selon quatre grandes voies technologiques :

- ▶ l'amélioration constante de l'efficacité énergétique contribuerait à hauteur de 55 % à la réduction anticipée ;
- ▶ 21 % du potentiel d'amélioration est attribué au déploiement des techniques de capture et de stockage du carbone. Toutefois, ces techniques nouvelles et encore à stabiliser (leur déploiement industriel significatif dans la chimie n'est pas attendu avant 2020) ne pourront s'appliquer à toute la chimie (uniquement sur les unités émettrices de grands volumes de CO₂) ;
- ▶ 16 % du potentiel de réduction des émissions de GES pourraient provenir de la substitution des matières premières d'origine pétrolière ou du charbon par des matières moins émettrices (nouvelles générations de fiouls « propres », remplacement du pétrole par du gaz, du charbon par de la biomasse, etc.) ;
- ▶ enfin, 8 % des améliorations pourraient venir de la réduction des autres GES que le CO₂, en particulier le protoxyde d'azote (N₂O), qui entre dans la production d'acide nitrique et d'acide adipique.

... et à diffuser à l'échelle mondiale

Higher carbon intensity in Asia-Pacific and China
Regional comparison of chemical industry CO₂e intensity*

	Total emissions (2005 and 2030) MtCO ₂ e		Carbon intensity KgCO ₂ e/USD sales	
	2005	2030	2005	2030
Global	2,092	4,507	0.81	0.76
Asia-Pacific	836	2,299	1.03	0.84
North America	475	684	0.67	0.51
Eastern Europe	253	451	2.34	1.50
Western Europe	272	365	0.41	0.30
Middle East/ Africa	129	436	1.11	1.03
Latin America	73	131	0.42	0.33
China	621	1,900	2.17	0.86
United States	432	620	0.70	0.53
Switzerland	12		0.05	0.04

* Developing regions with strong growth

Source : ICCA, *Innovations for Greenhouse Gas Reductions*, juillet 2009.

¹⁶ Etude McKinsey, *Pathways to a Low-Carbon Economy*.

Risques identifiés pour la chimie européenne : la question de la fuite carbone

La question des délocalisations renvoie à la problématique de fragilisation croissante de l'industrie chimique européenne. Cette vulnérabilité résulte notamment des choix stratégiques opérés au cours des quinze à vingt dernières années par les principaux acteurs du secteur (stratégies d'investissements de recentrage, de rationalisation et de redéploiement géographique qui ont contribué à affaiblir les bases industrielles européennes). Si aucune initiative n'est prise sur le front de la politique industrielle, le déplacement géographique de l'industrie chimique devrait se poursuivre indépendamment du facteur carbone, dont le risque est donc à minorer. En termes d'emploi, l'avenir de la chimie réside dans l'innovation, et donc dans les compétences.

Une industrie qui détruit de l'emploi...

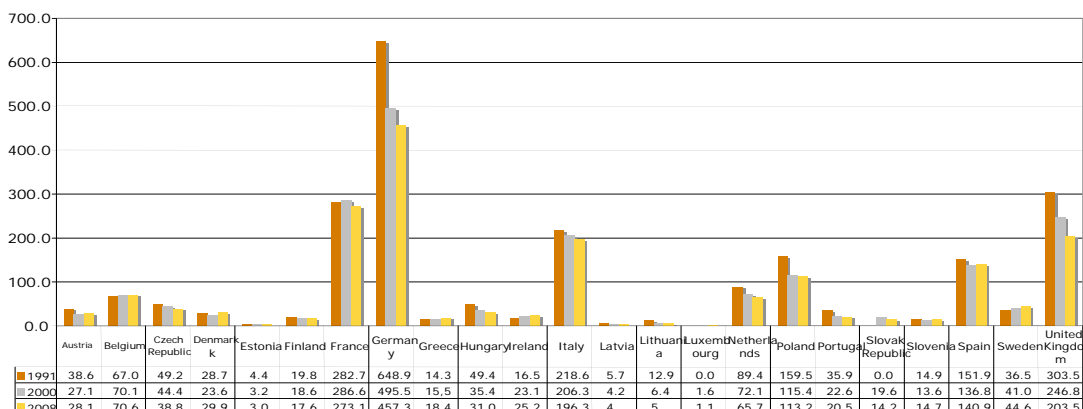
Les données statistiques sur l'emploi dans la chimie européenne sont trop grossières pour en tirer des analyses pointues, en particulier sur l'impact emploi du facteur carbone. La dimension systémique croissante de la chimie européenne engendre des problématiques d'emplois déployées sur des périmètres élargis au-delà des emplois directs, en intégrant les emplois indirects et induits.

L'industrie chimique européenne détruit tendanciellement des emplois sous l'effet des gains de productivité, des opérations de restructuration et de repositionnement des acteurs, et de manière plus sévère dans la partie septentrionale que méridionale de l'Europe. Les effectifs de la chimie dans l'UE sont passés de 2,2 millions en 1991 à 1,8 million en 2008, soit une réduction de 430 000 emplois (- 19%). Parmi les pays du nord de l'Europe, l'Allemagne et le Royaume-Uni ont perdu près du tiers de leurs emplois entre 1991 et 2008. Seule la Belgique a bénéficié d'une petite croissance de ses effectifs. Dans la partie sud de l'Europe, les ajustements ont été sensiblement moins forts, mais l'industrie chimique y est structurellement plus fragile et plus directement exposée à la montée du nouveau front concurrentiel en voie de constitution au Moyen-Orient et dans le Bassin méditerranéen.

... tout en le transformant

À ce mouvement de destruction déjà ancien s'ajoute un autre mouvement, plus qualitatif, d'évolution des métiers et des compétences, notamment lié à la montée des enjeux environnementaux, au règlement Reach et au facteur carbone.

Distribution et évolution de l'emploi dans la chimie européenne (source : Eurostat)



La mutation de la chimie et les enjeux d'emploi et de compétences liés au facteur carbone : articuler le court terme au long terme selon plusieurs axes

Axe « gestion des transitions » dans le processus d'adaptation de la chimie au facteur carbone

Principaux enjeux :

- créer un fonds européen pour financer ces transitions avec des conditions d'éligibilité à définir et des règles (« droits et devoirs ») à construire de manière offensive ;
- concevoir ou étendre en les renforçant les dispositifs d'accompagnement des mutations au champ des GES. L'enjeu est celui d'une gestion des transitions qui ne reporterait pas tous les risques et les coûts associés sur l'emploi.

Axe « formation initiale et continue » dans le champ des compétences en lien avec le développement durable et le facteur carbone

- Développer les filières ou les domaines de formation en lien avec le développement durable en général (notamment le règlement Reach) et les GES ; favoriser l'apport de la chimie dans la montée en puissance des éco-industries et promouvoir le développement des filières de la chimie verte en développant les compétences dans les domaines de la recherche et de l'expertise scientifique.
- Promouvoir l'émergence d'une culture professionnelle nouvelle et l'adoption d'une nouvelle gouvernance dans les entreprises tournée vers la dimension développement durable et bas carbone (à l'opposé du court terme financier).

Les grands enjeux du facteur carbone pour la chimie constituent autant de dimensions autour desquelles des préconisations peuvent se structurer

Un premier enjeu : un état des lieux pour une meilleure visibilité¹⁷

Le recours au benchmarking que revendique l'industrie chimique suggère une étape préalable importante de négociation. Celle-ci nécessite d'accéder à des évaluations plus précises sur la distribution des outils industriels dans chacun des sous-secteurs les plus émetteurs de GES (et couverts par le mécanisme des ETS), tant en termes de performances techniques et environnementales (dont les émissions de GES) que financières et sociales. Or, si ces informations sont disponibles dans les différents benchmarkings utilisés par les chimistes, elles sont néanmoins considérées comme confidentielles... et ne sont donc pas versées au débat sur l'évaluation des risques que la transition vers une économie bas carbone fait courir à l'industrie chimique et à l'emploi qu'elle mobilise directement et indirectement.

Il y a donc un enjeu central à ce que les parties prenantes impliquées dans le cadre des négociations obtiennent un accès à des informations pertinentes et les mieux à même de faciliter des évaluations plus rigoureuses.

¹⁷ Le système statistique n'est pas adapté à l'évaluation des enjeux prospectifs industriels et sociaux. Les différentes nomenclatures disponibles de l'échelle mondiale ou européenne, voire même dans chacun des pays, ne sont pas suffisamment analytiques, étant donné la complexité des segmentations des différents domaines d'activités chimiques. Ainsi, les sous-secteurs de la chimie soumis au système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre ne peuvent être identifiés à partir des systèmes statistiques existants.

Un deuxième enjeu : trouver les dispositifs les mieux à même d'influencer le comportement des acteurs de la chimie

Dans le contexte que nous venons de décrire, aucun dispositif public ou collectif ne peut se contenter de mécanismes exclusivement incitatifs. La nécessité de coordonner et de réguler doit devenir une réalité. Il n'est pas possible de ne compter que sur la finance et sur les seuls mécanismes de marché. Les instruments réglementaires et économiques ne peuvent avoir des effets immédiats et massifs comme l'exige la problématique des GES, mais ils sont incontournables. Ils doivent toutefois être sollicités d'une manière nouvelle, à inventer, articulant au moins trois leviers : la responsabilisation des consommateurs (par le biais des mécanismes de certification et de labellisation notamment), celle des entreprises, ainsi que l'adoption d'un cadre réglementaire spécifique.

Un troisième enjeu : créer, dans un univers fragmenté, les bases d'une coopération entre opérateurs de la chimie

L'enjeu porte en premier lieu sur les relations entre grandes entreprises et PME / PMI, au sein d'une chaîne de valeur morcelée entre l'amont et l'aval ou encore entre les opérateurs sous-traitants et les donneurs d'ordre, alors que la diffusion des innovations est très restreinte. Le principe du benchmarking ne favorise pas la coopération entre grands et petits.

Un quatrième enjeu : créer les mécanismes d'une coordination entre la chimie et les domaines applicatifs

Ce quatrième enjeu renvoie aux maillages multiples qui lient la chimie et les différents domaines applicatifs :

- il est difficile d'imaginer une industrie dans une zone qui aurait perdu toute sa chimie...
- la chimie est partie prenante dans l'innovation des autres secteurs, tant sur le plan des process que des produits.

Créer des mécanismes de coordination entre la chimie et les domaines applicatifs permettrait de stimuler la mutation des modes de production ou de la conception de produits finis intégrant des produits chimiques vers des solutions « bas carbone », dans la mesure où le bilan global sur la chaîne de valeur entière fait ressortir un réel avantage.

Un cinquième enjeu : favoriser la coopération internationale

L'objectif est de favoriser la promotion du modèle économique le plus efficace sur le plan énergétique en limitant les risques de fuite carbone.

Il existe un enjeu de coopération internationale, qui passe notamment par la question du transfert de technologie. Il existe également, de manière concomitante, un enjeu de solidarité entre les zones qui passe par des mécanismes de régulation aux frontières.

2.6. Le verre

L'industrie verrière ne fait pas partie des plus gros pollueurs industriels. Néanmoins, la fusion du verre est un procédé à haute température source de pollution atmosphérique. Les principales composantes de cette pollution sont celles qui résultent de la combustion, notamment des NOx, des SOx et des particules. Par ailleurs, les procédés de fabrication de l'industrie verrière sont énergétivores.

Les principaux enjeux environnementaux pour cette industrie et ses différents sous-secteurs sont donc les rejets dans l'air et les consommations d'énergie.

Évolution des estimations d'émissions de poussières et GES entre 1997 et 2005, à l'échelle européenne

	1997	2005
Dust (tonnes)	9 000	6 500
NOx (tonnes)	103 500	105 000
SO2 (tonnes)	91 500	80 000
CO2 (millions of tonnes)	22	22
As a % of European industry	0,7 %	0,8 %
Energy consumption (TJ)*	265	311
EU glass production (millions of tonnes) **	29 (EU-15)	37,7 (EU-25)

* en 2005, la consommation énergétique est répartie entre : 15 % en électricité, 30 % en fuel et 55 % en gaz naturel.

** la croissance au périmètre de l'EU-15 a été plus forte dans le domaine du verre plat, du tableware ainsi que de la fibre de renforcement que dans celui du verre creux.

Au niveau européen, les émissions de CO₂ de l'industrie verrière représentent environ 1 % des émissions d'origine industrielle.

Les technologies comme la substitution du fuel par le gaz naturel (dont les émissions de CO₂ sont inférieures de 30 %), le recyclage du verre (calcin) ou le préchauffage de la composition verrière ont été développées afin de réduire de manière significative les émissions de CO₂ des fours verriers. Largement mobilisées, elles ont déjà permis des réductions de consommation de combustibles fossiles (par exemple, - 5 % par

tonne de verre produite en France entre 1996 et 2005).

Cependant, au-delà, les ruptures technologiques plus profondes se heurtent à des obstacles techniques, politiques et, principalement, économiques. Leur rentabilité est sensible aux prix du carbone et des différents combustibles. Dans la mesure où il est très difficile d'établir des prévisions fiables tant pour le prix du carbone que pour celui du fuel ou du gaz, l'industrie du verre est peu encline à réaliser des investissements lourds d'autant que, à court terme, sa position carbone est relativement confortable.

De ce fait, les positions conservatrices adoptées par l'industrie du verre font débat. Au niveau des grandes entreprises, les démarches mises en œuvre en matière de quotas sont peu offensives, dans la mesure où elles privilégient le rééquilibrage en interne des quotas (entre installations) et le recours complémentaire au marché pour la mise en conformité. La fédération européenne a réussi de son côté, au prix d'un activisme intense, à faire admettre l'industrie verrière au rang des secteurs exposés aux « fuites carbone », bénéficiant, à ce titre, d'un régime de soutien en termes d'allocations de quotas adossés à un benchmarking.

Pourtant, les marges de manœuvre sont certainement plus importantes que ne laissent entendre les entreprises du secteur. Tout le potentiel d'amélioration des bilans énergétiques par l'innovation technologique n'a pas été épuisé. Encore faut-il poursuivre l'effort d'innovation et le déployer moyennant des investissements.

Or, sur ce point, les stratégies d'investissement de l'industrie verrière privilégient la construction de capacités de production hors des zones matures et la rationalisation des capacités dans les zones matures. Les objectifs recherchés visent plus à accéder à de nouveaux marchés qu'à délocaliser, les marchés verriers étant plutôt organisés sur des bases régionales. C'est le cas pour l'essentiel du verre plat et du verre creux, qui représentent ensemble près des trois quarts des volumes produits en Europe. L'exposition à

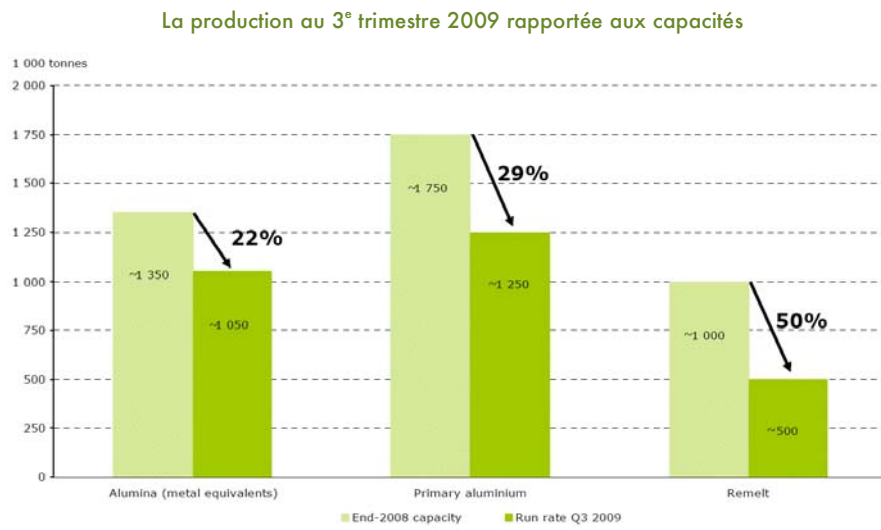
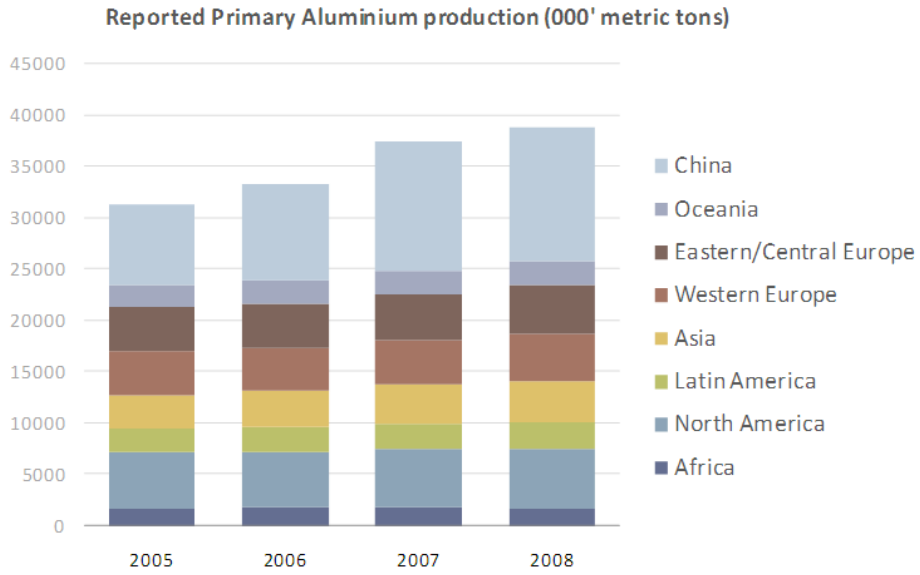
la concurrence extra-européenne est forte dans quelques sous-segments (arts de la table, fibres de renforcement, emballage verrier orienté *mass-market*, etc.).

Les marges opérationnelles de l'industrie verrière ont plutôt bien été orientées ces dernières années, malgré la hausse des coûts énergétiques, grâce en particulier à la pratique de la « surcharge énergétique » dans la plupart des sous-secteurs verriers (refacturation aux clients des évolutions à la hausse ou à la baisse des coûts énergétiques). Elles ont été influencées par la dynamique de cycle qui caractérise une grande partie de cette industrie. La crise actuelle a eu un impact sur les résultats des entreprises verrières (plus nettement sur celles tournées vers les marchés du bâtiment et de l'automobile que celles qui servent les marchés de la consommation). Les stratégies de repositionnement des acteurs pouvant aboutir à des opérations de consolidation et de restructuration sont très actives en Europe, surtout dans le verre creux, les arts de la table et la fibre de renforcement, et concentrent les risques en matière d'emploi. La crise ne modifie pas les tendances stratégiques de fond.

Le changement climatique constitue davantage une opportunité qu'une menace pour l'industrie verrière. Plusieurs domaines applicatifs sont, en effet, positivement concernés par l'enjeu de la migration vers une économie « bas carbone ». Il s'agit principalement du secteur du verre plat, dont les applications pour le bâtiment sont particulièrement sollicitées dans l'amélioration des performances énergétiques (bas émissif, isolation, etc.). Cela concerne aussi les applications automobiles (allègement et réduction de la consommation), ainsi que les applications de spécialité (verre photovoltaïque, panneaux solaires). De façon complémentaire, le secteur de la fibre de verre est aussi concerné par le développement des applications énergétiques (éoliennes).

L'exploitation de ce potentiel important requiert une adaptation des technologies visant à accroître la part des verres techniques et à développer les capacités et les compétences de

transformation. Il apparaît en effet que des gisements d'emplois existent non pas tant dans le secteur de la production de verre plat (secteur intensif en capital représentant environ 16 000 personnes en Europe) que dans celui de la transformation (environ 100 000 personnes), organisé en PMI en partie filiales de grands groupes verriers, surtout dans les applications « bâtiment à faible consommation énergétique ». Le parc de cette catégorie de bâtiments est marginal, mais son développement sera d'autant plus rapide et important que des mécanismes incitatifs seront mis en œuvre sur les plans financiers et fiscaux. Des croissances potentielles de plus de 10 % par an sont évoquées à l'horizon 2030. Pour la construction ancienne, les rythmes de croissance de la rénovation devraient rester à des niveaux soutenus (croissance du PIB de + 1 à 2 points). L'emploi est directement concerné par cette dynamique sur les plans quantitatif (élargissement du domaine applicatif en raison du développement des surfaces et des volumes de verre posés dans la construction ancienne et neuve) et qualitatif, en amont de la filière verre plat pour soutenir l'innovation verrière et en aval dans les techniques de transformation du verre (coupe, façonnage, métiers de la trempe, du vitrage isolant et du verre feuilleté), ainsi que dans les métiers de la pose du vitrage.



2.7. L'aluminium

Les émissions directes

À l'instar de l'ensemble des métaux non ferreux, l'aluminium n'appartient pas aux secteurs concernés par la première phase de l'application du protocole de Kyoto, en tout cas directement. La raison première est l'importance relative des métaux non ferreux dans les émissions de gaz à effet de serre, puisqu'on estime les émissions de CO₂ de ce secteur à 3 % du total émis par l'industrie, soit un peu plus de 0,5 % des émissions mondiales.

À partir de 2013, la prise en compte des émissions directes de CO₂ et de gaz fluorés met l'aluminium européen dans une position nouvelle. Selon les chiffres de la profession¹⁸, les émissions directes se décomposent en :

- 2 t de CO₂ par tonne d'aluminium pour la production d'alumine, produit intermédiaire produit essentiellement dans les pays miniers et dans les pays riches en énergie peu chère, deux conditions de compétitivité qui ne sont plus réunies en Europe depuis de nombreuses années ;
- 0,3 t d'équivalent CO₂ par tonne d'aluminium pour la fabrication des anodes ;
- 1,7 t de CO₂ par tonne lors de la consommation de l'anode en carbone, lors de la transformation d'alumine en aluminium ;
- 1,2 t d'équivalent CO₂ par tonne sous la forme de gaz fluorés.

Ainsi, au total, la production d'une tonne d'aluminium émet 5,2 t d'équivalent CO₂.

L'impact indirect domine

Indirectement, les producteurs d'aluminium – qui font partie des producteurs de métaux non ferreux à haute intensité énergétique – sont aussi concernés par la répercussion du prix du CO₂ par les producteurs d'électricité.

Le renchérissement des prix de l'électricité, dû pour partie au prix du CO₂, risque de modifier substantiellement la position compétitive du secteur en Europe, en raison de la simultanéité de deux phénomènes :

- plus de la moitié des contrats à long terme d'approvisionnement en électricité à bas prix dont bénéficient les producteurs d'aluminium se renégocieront dans les cinq prochaines années ;
- les producteurs d'électricité devront se porter acquéreur de 100 % de leurs droits d'émissions par enchère à partir de 2013 selon les règles européennes adoptées en 2008, ce choix étant justifié par la possibilité de répercuter dans leur prix de vente le prix du CO₂ acquis.

Dans ces conditions, les risques de fuite carbone sont avérés si aucun accord international ne permet aux producteurs européens d'aluminium d'égaliser les conditions des importateurs qui ne subiraient pas la contrainte carbone, soit la majorité des pays producteurs¹⁹.

Ceci est d'autant plus vrai que l'aluminium fait l'objet de contrats à terme au London Metal Exchange, Bourse devenue, au cours des dernières décennies, la référence en matière de prix à l'échelle mondiale. Dans ces conditions, comment imaginer que le prix de l'aluminium européen prenne en compte le prix du carbone inclus dans l'électricité, soit la consommation de 15,6 MW/h par tonne d'aluminium, c'est-à-dire 4,8 tonnes de CO₂ en moyenne selon la profession.

¹⁸ Jerry Marks, International Aluminium Institute, Bonn, 12 juin 2003.

¹⁹ Source : IAI.

L'impact de la crise

La situation en 2009 s'avère toutefois peu comparable à la progression de ces dernières années, puisque les nombreux arrêts de production ont amoindri la production mondiale d'aluminium de 15 % à 20 %, fragilisant les producteurs les moins compétitifs, notamment ceux qui ont accès au mix énergétique le moins favorable. L'énergie hydraulique joue dans cette industrie le rôle d'avantage compétitif décisif pour sa pérennité.

Depuis 2008, la baisse de la production d'aluminium primaire se répercute de manière démultipliée sur la production d'aluminium secondaire, bien que le recyclage soit nettement moins coûteux en énergie que l'aluminium primaire. Il en a résulté de nombreux arrêts d'outils accompagnés de réductions d'effectifs et de mises au chômage partiel.

La crise avait interrompu les concentrations dans le secteur, où quelques groupes ont formé progressivement un oligopole représentant une part très majoritaire de la production mondiale d'aluminium. Les premiers signes de reprise semblent relancer ces opérations transnationales dans les métaux primaires, dont l'aluminium. Parallèlement cependant, la séparation de la production d'aluminium de sa transformation recompose la matrice des groupes du secteur dans un contexte de contrainte financière accrue.

Cependant, les perspectives de production d'aluminium à l'échelle mondiale restent positives, selon l'ensemble des analystes, en raison de ses propriétés. Toutefois, dans certains secteurs majeurs, la concurrence intermatériaux peut devenir défavorable à ce métal (aéronautique et automobile notamment).

Les emplois en Europe

La répartition des emplois de cette industrie en Europe montre le poids de la transformation,

avec toutefois un lien stratégique affirmé avec les phases amont²⁰.

La production et l'emploi dans les industries de l'aluminium dans l'UE 27

	Production (Mt)	salariés	importations (Mt)
Bauxite	2,8	2000	15,1
Alumine	6,9	3700	
Aluminium	3,1	22800	5
Aluminium recyclé	5,1	6500	
Total		35000	
transformation		215000	

Comment ne pas imaginer, en effet, un affaiblissement général certain d'une industrie européenne qui ne maîtriserait plus les technologies de production de l'aluminium ?

Quelle politique industrielle ?

Deux dimensions doivent, de notre point de vue, être privilégiées pour sauvegarder une industrie menacée par une perte de compétitivité majeure. Or celle-ci aurait des conséquences négatives importantes pour l'emploi en Europe. Il est nécessaire de :

- résoudre la question de l'accès à une électricité à un prix compétitif par l'accès à des sources dédiées, les mesures de libéralisation n'ayant pas permis de garantir une électricité à un niveau de prix concurrentiel ;
- favoriser les solutions techniques qui permettent de réduire les émissions de CO₂ et de gaz fluorés par la mise en place d'une recherche précompétitive : l'exemple de l'anode inerte développée dans certaines recherches peut s'avérer prometteuse rapidement.

Le principal handicap, même s'il ne paraît pas définitif, réside toutefois dans la faiblesse des producteurs en Europe face aux géants mondiaux.

²⁰ Eurométaux, *Climate Change Impact Risk on Employment*, juin 2009.

3. Les secteurs industriels soumis aux réglementations carbone

3.1. L'automobile

Profil du secteur : l'industrie automobile européenne

L'industrie automobile compte parmi les secteurs industriels les plus importants d'Europe et constitue l'un des piliers de la production industrielle européenne. L'industrie automobile européenne représente 31,8 % de la production automobile mondiale.

Selon l'Association des constructeurs européens d'automobiles (ACEA), l'industrie automobile et les industries en amont emploient quelque 12 millions de personnes en Europe, dont environ 2,3 millions employées directement dans la production de véhicules en 2007 pour 10 millions de salariés dans l'industrie en amont. D'autres secteurs dépendent dans une large mesure de l'industrie automobile. C'est le cas de la métallurgie, de l'industrie des matières plastiques, chimique, textile, électrique et électronique. La plupart des sites de production en Europe sont établis en Allemagne, en France et en Italie. Les exportations de l'industrie automobile européenne se sont élevées à 42,8 milliards d'euros en 2007. Le secteur est aussi l'un des éléments moteurs des processus d'innovation en Europe, avec des investissements en recherche & développement dont la moyenne annuelle se chiffre à 20 milliards d'euros. En 2007, le parc européen comptait 251 millions de véhicules, dont 87 % de voitures de tourisme. Le nombre d'immatriculations s'est élevé à 37 millions pour la même année. Le nombre de véhicules produits a augmenté chaque année jusqu'en 2007. La consommation d'énergie au

cours du processus de production des voitures de tourisme a néanmoins été réduite de 0,9 % entre 2005 et 2007. Selon l'ACEA, la consommation moyenne d'énergie par véhicule produit a été réduite de 6,5 % entre 2005 et 2007.

L'objectif de réduction des émissions de CO₂ appliqué à l'industrie automobile porte sur deux aspects différents : la réduction du CO₂ émis par les automobiles et les véhicules utilitaires en circulation et la réduction des émissions de CO₂ au cours du processus de production des véhicules.

Le total des émissions de CO₂ qui résultent de la production de voitures de tourisme a augmenté de 1,4 % entre 2005 et 2007 en raison de l'augmentation de la production. Le volume de CO₂ émis par véhicule produit, qui correspond au taux d'efficacité, a été réduit de 5 % pour s'établir à 0,83 tonne de CO₂. Ceci s'explique principalement par des taux d'efficacité plus élevés au cours du processus de production.

Les émissions de CO₂ imputables aux automobiles et aux véhicules utilitaires représentent actuellement 12 % des émissions de CO₂ liées au transport. Diverses innovations et technologies ont contribué à réduire les émissions de CO₂ des nouveaux véhicules. En 2008, les nouveaux véhicules émettaient en moyenne 154 g de CO₂/km. En 1995, seuls 3 % des nouveaux véhicules émettaient moins de 140 g de CO₂/km, contre 42 % aujourd'hui.

Le Parlement et le Conseil européens ont adopté de nouvelles réglementations sur les taux d'émission des voitures de tourisme en décembre 2008. Plus de 65 % des nouveaux véhicules immatriculés ne devront en moyenne

produire que 130 g de CO₂/km jusqu'en en 2012. À l'horizon 2015, l'ensemble des nouveaux véhicules immatriculés devront répondre à cette exigence, grâce à la mise au point de technologies performantes.

Le recyclage des automobiles est également une source d'émissions de CO₂. Entre 2 % et 5 % du volume total de CO₂ émis au cours de la durée de vie d'un véhicule est imputable à son recyclage. Chaque année, ce sont environ 8 millions de véhicules qui parviennent au terme de leur cycle de vie en Europe.

Les innovations apportées aux techniques de recyclage ont permis d'améliorer la gestion des matériaux et des systèmes d'information, de sorte que l'industrie automobile a été en mesure de respecter les quotas recommandés par les pouvoirs publics et d'optimiser l'ensemble du processus de recyclage.

La mutation de l'industrie automobile européenne

L'industrie automobile a été durement touchée par la crise financière et la récession au deuxième semestre 2008. Au dernier trimestre 2008, les ventes de véhicules ont enregistré en Europe un recul de 19,3 % en moyenne, et de plus de 50 % dans quelques pays de l'UE. Cette chute de la demande en 2008 a eu pour corollaire une réduction de 20 % de la

production. Cette tendance de la demande s'est répercutée sur l'emploi, les budgets et a même entraîné la fermeture de certains sites de production.

Dans le cadre de sa politique industrielle et environnementale, l'Union européenne s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 8 % d'ici à 2012 par rapport aux niveaux de 1990, conformément au Protocole de Kyoto, et de 20 % à 30 % à l'horizon 2020. Alors que certains secteurs ont affiché une réduction des taux d'émission de 3 % en moyenne pour la même période, les émissions imputables au secteur des transports ont augmenté de 35 % entre 1990 et 2006. Ce secteur était responsable de 21 % des émissions en 1990 et de 28 % en 2006.

Ceci explique les pressions exercées sur l'industrie automobile pour qu'elle produise des véhicules dont les taux d'efficacité sont élevés et les émissions limitées. À l'exclusion des innovations comme les voitures à hydrogène ou voitures à pile à combustible ou l'éco-conduite, les technologies sont principalement orientées vers la production de véhicules hybrides, hybrides rechargeables ou électriques. Ces technologies entrent dans les prévisions suivantes établies jusqu'en 2030, dans des proportions variables, et avec une influence remarquable sur les émissions de CO₂.

Scenario	Year	Vehicle fleet passenger cars Mio.	Share of vehicle fleet			Energy Demand Mtoe	CO ₂ - Emissions MtCO ₂	Change %
			ICE	Hybrid	Electro			
McKinsey Mixed-technology	2006	219	100	0	0		930	Decrease
	2030	390	88	11	1		750	19,35
DG TREN	2005	213	100	0	0	180	881	Increase
	2030	352	97	3	0	198	1003	13,85
FONDDRI Basic data	2006	227	98,8	0,6	0,5	293	861	Decrease
	2030	241	67	21	8	185	479	44,37

Comparaison des estimations de l'évolution des voitures de tourisme

La plupart des experts tablent sur la présence d'un nombre croissant de véhicules hybrides sur le marché au cours des prochaines années. Différents scénarios sont envisagés quant au nombre de véhicules hybrides ou électriques, aux taux d'émission et à la consommation d'énergie de l'industrie automobile européenne. La différence principale entre les prévisions réside dans le nombre total d'automobiles et l'essor des véhicules hybrides et des véhicules électriques. Afin de disposer de chiffres comparables entre les projections à l'échelle européenne et mondiale, toutes les données ont été ramenées à l'échelle européenne.

Le scénario « technologie mixte » de l'étude McKinsey « Pathways to a Low-Carbon Economy » part du principe que les émissions de CO₂ imputables aux voitures de tourisme diminueront entre 2006 et 2030 dans une proportion de 19,35 %. Ceci dans l'hypothèse où le nombre total de véhicules augmente de 78 % jusqu'en 2030 et 42 % des nouveaux véhicules produits sont hybrides ou électriques, ce qui correspond en 2030 à une proportion de 12 % de véhicules hybrides ou électriques dans l'ensemble du parc de véhicules.

L'étude de la DG TREN repose sur une hypothèse plutôt prudente quant à la proportion de véhicules hybrides et électriques dans les véhicules neufs, avec pour conséquence une augmentation de 13,85 % des émissions de CO₂ à l'horizon 2030, indépendamment des taux de croissance inférieurs de l'ensemble du parc de véhicules.

L'étude FONNDRI affiche la réduction la plus importante des taux d'émission de CO₂ par voiture de tourisme. Cette réduction importante, par comparaison, s'explique par une faible augmentation du nombre de véhicules d'ici à 2030 et une proportion importante de véhicules hybrides et électriques.

En conséquence, les diverses prévisions de l'évolution des émissions de CO₂ à l'horizon 2030 révèlent d'importantes différences. Ceci

résulte principalement des différentes hypothèses quant à la proportion de véhicules hybrides et électriques dans l'ensemble du parc de véhicules et au nombre total de véhicules.

Scénarios 2015-2030 sur l'automobile

Construction des scénarios

À partir des différentes prévisions du secteur, trois hypothèses ont été déterminées pour les horizons 2015, 2020, 2025 et 2030. Chacun présente ainsi trois hypothèses de degré de pénétration des véhicules hybrides et électriques : *hypothèse basse (HB)*, *hypothèse médiane (HM)* et *hypothèse haute (HH)*.

Hypothèse basse (HB)

L'hypothèse basse repose sur une forte concentration des industriels pour améliorer les motorisations conventionnelles et les technologies existantes. Dans ce scénario, l'appui des États et des institutions est considéré comme faible, mettant ainsi un frein au développement de la R&D du secteur sur les motorisations alternatives, au développement des infrastructures induites et à l'incitation à l'achat de véhicules « décarbonés ». L'hypothèse basse repose ainsi sur une pénétration limitée des hybrides, en raison d'un surcoût encore très élevé et d'une demande faible, et sur une pénétration minimale des véhicules électriques (VE). Elle prend par ailleurs en considération un prix faible du baril de pétrole (jouant en faveur des motorisations conventionnelles).

Hypothèse médiane (HM)

L'hypothèse médiane repose sur une amélioration importante des moteurs et des technologies alternatives permise notamment par une réduction des surcoûts à la production. Dans ce scénario, l'appui des États et des institutions au secteur est considéré comme modéré. L'hypothèse médiane repose ainsi sur une poussée des hybrides et sur une pénétration encore limitée des VE. Elle prend par ailleurs en considération un prix stable du baril de pétrole (effet neutre).

Les transports urbain et ferroviaire plus respectueux de l'environnement et générateurs d'emplois

Une politique des transports soucieuse du climat doit aller au-delà de l'efficacité des automobiles et réduire les déséquilibres entre les différents modes de transport. Ceci implique une promotion et une amélioration des transports publics urbains et du transport ferroviaire interurbain. Bien qu'il soit confronté aux mêmes défis environnementaux, le transport urbain est néanmoins plus respectueux de l'environnement que l'automobile. Un changement d'orientation contribuera à remplir les objectifs de protection du climat et à créer des emplois nets.

Selon l'Union internationale des transports publics (UITP), environ 900 000 personnes sont employées dans les transports publics urbains de l'UE-25. L'UITP compte 2 900 membres dans 90 pays. Les statistiques nationales de ces pays indiquent que le nombre d'emplois directs dans le transport public représente environ de 1 % à 2 % de l'emploi total. Les sociétés de transports urbains sont les principaux employeurs du secteur. À Paris, la RATP (Régie autonome des transports parisiens) emploie 43 600 personnes. La STIB (Société des transports intercommunaux de Bruxelles) compte plus de 6 000 salariés.

Les investissements dans les transports publics en Europe ont en moyenne un effet multiplicateur sur l'emploi de 2 à 2,5 (mais jusqu'à 4,1 dans certains cas). Les études réalisées en Europe et aux États-Unis révèlent qu'environ 30 emplois sont créés pour chaque million d'euros investi dans les infrastructures des transports publics, et 57 emplois pour le même volume d'investissement dans les activités de transport. Une étude de l'Öko-Institut révélait en 2003 que, même à court terme, le développement des transports publics locaux pourrait entraîner la création nette de 200 000 emplois d'ici à 2010 en Allemagne. Cette croissance de l'emploi liée aux transports est probable au Danemark, depuis que le Parlement a adopté un ensemble de mesures d'incitation économique destiné au secteur des transports et, en particulier, aux transports publics.

Une enquête réalisée par l'UITP en 2005 sur environ 170 villes a révélé que les autobus diesel ordinaires, inefficaces, représentaient environ 90 % de l'ensemble des autobus urbains dans les pays de l'UE. Les solutions moins polluantes sont plus courantes à Helsinki et à Athènes (GNC), à Vienne (GPL) et à Luxembourg (biodiesel, hybrides). À la création d'emplois liée au remplacement des anciens autobus polluants s'ajoutent les possibilités d'emploi dans le rééquipement des autobus destiné à réduire la pollution atmosphérique.

Le transport ferroviaire est plus économe en carburant et plus intensif en main-d'œuvre que le transport routier. Les études allemandes indiquent qu'il en va de même pour la construction des voies ferrées par rapport à la construction des routes. En effet, la construction d'autoroutes est le poste de l'investissement public en infrastructures qui génère le moins d'emplois.

Pourtant, dans de nombreux pays, les tendances du transport interurbain ont été nettement favorables aux véhicules routiers, délaissant le transport ferroviaire, de passagers comme de marchandises. Malgré l'accroissement en valeur absolue des passagers-kilomètres et des tonnes-kilomètres en Europe, en 2005, la part du transport ferroviaire de passagers et de marchandises a reculé pour s'établir à 5,8 % et à 10 % respectivement. Dans l'UE-25, les réseaux routier et autoroutier représentent 95 % de l'étendue de l'ensemble des voies de transport. La longueur du réseau routier a augmenté de 22 % entre 1990 et 2003, alors que le réseau ferroviaire a été réduit de 8 % pour s'établir à 200 000 kilomètres.

Dans l'UE-25, un total de 8,2 millions de personnes étaient employées dans tous les services de transport confondus en 2004. Le transport ferroviaire, nettement plus économe en carburant et moins polluant que le camionnage et d'autres moyens de transport routiers, ne comptait que pour 11 %, soit 900 000 emplois. L'emploi dans le transport ferroviaire a été réduit au cours des dernières décennies. Dans la seule période comprise entre 2000 et 2004, le nombre d'emplois a enregistré un recul de 14 %, malgré une augmentation de 3 % de la valeur ajoutée.

En revanche, le nombre d'emplois liés au transport routier de passagers et de marchandises s'élève à 4,3 millions, tandis que 400 000 personnes sont employées dans le transport aérien.

En 2004, la fabrication des matériels de transport employait environ 3 millions de personnes dans l'UE-25, ce qui représentait 9 % de la main-d'œuvre industrielle de l'UE-25. La production des véhicules à moteur, des remorques et des semi-remorques représentait plus des deux tiers de ces emplois. La fabrication des véhicules pour voies ferrées dans l'UE-25 n'employait que 140 000 personnes en 2003, soit 0,5 % de l'ensemble des emplois industriels.

Bien qu'une politique des transports durable puisse en définitive entraîner une réduction du niveau de l'emploi dans l'industrie automobile et les domaines connexes, comme la vente de véhicules et les services de réparation, elle offre néanmoins davantage d'emplois dans la production des autobus, des véhicules légers sur rail ; la mise en place des infrastructures nécessaires à ces modes de transport (y compris les voies, signaux, gares, etc.) ; la gestion, l'exploitation et la maintenance des systèmes de transport (chauffeurs de bus, chefs de train et autres opérateurs, coordinateurs, personnel d'entretien, etc.).

L'étude menée par la CES en 2005-2006 permet de mieux comprendre les conséquences d'un transfert modal ferroviaire et urbain.

Deux scénarios ont été choisis à partir des prévisions de la DG TREN pour le Livre blanc de 2001. Il s'agit du scénario de référence de 2005 « *Business As Usual* » (BAU) et du scénario « *Extended Policy* », qui, par comparaison au scénario BAU, limite le plus les émissions de CO₂.

Deux variantes ont été construites sur la base du scénario « *Extended Policy* » afin d'analyser les conséquences de la baisse d'activité passagers et marchandises et le rééquilibrage rail-route.

La première variante (*lower freight activity*) se caractérise, pour le transport de passagers, par une baisse de l'activité transport privé par la route 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, la variante s'appuie sur une hypothèse de baisse globale de l'activité fret de 15 % en 2030 et sur un rééquilibrage du rail par rapport à la route ramenant la part du rail à 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 cette variante « *lower activity* », les émissions de CO₂ peuvent être estimées à 845,5 millions de tonnes à l'horizon 2030, soit une augmentation de 7 % par rapport à 1990 (comparé à 10 % dans le scénario BAU) et à une diminution de plus de - 3 % par rapport au scénario « *Extended Policy* ».

La seconde variante (*lower freight activity and passengers*) 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 CO₂ 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.

Dans le cadre de ces scénarios, le nombre de salariés directement liés au transport de marchandises par rail passerait dès lors de 200 000 à 477 000 à l'horizon 2030, contre 234 000 salariés pour le scénario « *Extended Policy* ».

Ainsi, sur la base d'une hypothèse de réduction de 10 % par décennie de l'activité transport routier de fret au cours de la période 2000-2030, l'emploi induit afficherait une diminution en moyenne annuelle de 1,05 %.

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'UE-25, soit une baisse de 0,7 million de salariés (en moyenne, plus de 25 000 salariés par an).

Dans le cadre des hypothèses de la variante « *lower activity* », le rééquilibrage de la baisse d'activité transport privé en partie vers les transports publics routiers conduirait à une croissance de l'emploi supérieure aux pertes constatées dans le transport du fret routier.

Bien entendu, ce scénario, pour être durable, suppose la mutation partielle des technologies de motorisation, 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.

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 au cours de la période 2000-2030 pour le transport de passagers et de 1,25 % pour le transport de fret.

Recommandations pour la politique des transports

- ▶ Mettre en place un large éventail d'instruments économiques, réglementaires et de marché :
 - ⇒ développer les infrastructures de transport transeuropéen contribuant aux impératifs de la réduction des émissions de transport, ainsi que celles nécessaires pour les nouveaux carburants, comme l'hydrogène ;
 - ⇒ adopter les mesures appropriées de financement de la recherche et développement (technologies de motorisation propres) ;
 - ⇒ élaborer une politique fiscale harmonisée pour l'ensemble des réseaux de transport, routiers, autoroutiers et ferroviaires, visant à internaliser les coûts sociaux externes des différents modes de transport ;
 - ⇒ mettre en œuvre une politique de localisation des activités, la maîtrise de l'urbanisation et de l'aménagement des voies urbaines, une évaluation des politiques d'aménagement.
- ▶ L'enjeu de la qualité des emplois :
 - ⇒ l'amélioration des conditions sociales dans le secteur du transport routier ;
 - ⇒ le développement du transport combiné non accompagné.
- ▶ Le dialogue social comme facilitateur du changement :
 - ⇒ 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.

Hypothèse haute (HH)

L'hypothèse haute repose sur une amélioration significative des technologies alternatives et une forte réduction des surcoûts à la production. Dans ce scénario, l'appui des États et des

institutions au secteur est considéré comme fort. L'hypothèse haute repose ainsi sur une pénétration significative des hybrides et modérée des VE. Elle prend par ailleurs en considération un prix élevé du baril de pétrole (jouant en faveur des motorisations électriques).

Figure 1 : Scénarios d'évolution de la production de motorisations alternatives 2015-2030

Année	2015			2020			2025			2030		
	HB	HM	HH	HB	HM	HH	HB	HM	HH	HB	HM	HH
Pénétration (%) vs Hypothèses												
Conventionnels	98 %	96 %	93 %	94 %	87,5 %	80 %	88 %	80 %	73 %	80 %	73 %	60 %
Hybrides	2 %	4 %	6 %	5 %	10 %	15 %	10 %	15 %	20 %	15 %	20 %	30 %
100 % électriques	0,1 %	0,5 %	1 %	1 %	2,5 %	5 %	3 %	5 %	8 %	5 %	7,5 %	10 %
Mln unités	80			90			105			120		
Année	2015			2020			2025			2030		
	HB	HM	HH	HB	HM	HH	HB	HM	HH	HB	HM	HH
Pénétration (Mln unités) vs Hypothèses												
Conventionnels	78,7	76,4	74,4	84,6	78,8	72,0	91,9	84,0	76,1	96,0	87,0	72,0
Hybrides	1,2	3,2	4,8	4,5	9,0	13,5	10,5	15,8	21,0	18,0	24,0	36,0
100 % électriques	0,1	0,4	0,8	0,9	2,3	4,5	2,6	5,3	7,9	6,0	9,0	12,0

Scénarios et impacts emploi

Un solde emploi positif

L'impact emploi sur la filière d'assemblage des moteurs resterait limité en Europe à l'horizon 2030 dans le cas d'un taux de pénétration faible du véhicule 100 % électrique et en raison de la transition hybride, qui garantit sur la période un poids encore important des moteurs conventionnels dans les véhicules de demain.

L'emploi lié au développement des moteurs électriques aurait un impact de quelques dizaines de milliers d'effectifs sur le solde, notamment au regard de l'émergence de la technologie électrique à l'intérieur des hybrides.

Ainsi, à l'horizon 2030, les pertes liées à la substitution des moteurs conventionnels par les moteurs électriques représenteraient selon les trois hypothèses de 17 000 à 34 000 emplois.

Figure 2 : solde des pertes et gains potentiels

Bilan	2015			2020			2025			2030		
	HB	HM	HH	HB	HM	HH	HB	HM	HH	HB	HM	HH
Pertes emplois potentielles	336	1680	3360	3150	7875	15750	8453	16905	25358	16800	25200	33600
Gains emplois potentiels	13529	40857	66406	36511	79714	136302	68469	117731	166993	79211	112613	158421

Les gains d'emplois pourraient largement compenser ces pertes à l'horizon 2030, avec des gains plus significatifs : de l'ordre de 80 000 à 160 000 emplois selon les hypothèses établies²¹.

Perspectives et recommandations industrielles et sociales

De manière générale, les enjeux emplois liés au développement du véhicule décarboné dépendent dans une large mesure des politiques et mesures élaborées au niveau européen, comme des mesures prises par chaque État de l'Union.

Le compromis trouvé avec l'industrie automobile autour de la directive sur les émissions des véhicules légers (à 130 g de CO₂ par km) devra être rapidement revu pour atteindre la cible des 95 g de CO₂ par km préconisée par la Commission. Rendre plus propres les moteurs thermiques suppose un effort accru, comme le préconise le réseau T&E au niveau européen, avec une cible à 80 g de CO₂ par km à l'horizon 2020 et à 60 g à l'horizon 2025.

Atteindre cette cible suppose un renforcement des plates-formes technologiques au niveau européen, mais aussi des clusters entre les industries et les centres de recherche et développement.

Faire évoluer la demande vers des véhicules plus propres suppose que les membres de l'Union européenne mettent en œuvre des politiques d'incitation positive comme négative,

telles que la fiscalité positive ou la taxe carbone (dont l'acceptation sociale dépend de sa neutralité fiscale pour les ménages les plus pauvres).

En retard sur l'hybridation par rapport aux Japonais, l'Europe doit redoubler d'effort si elle ne veut pas se faire concurrencer par des acteurs de poids comme la Chine dans le domaine des véhicules électriques. Sans acteur industriel de poids dans le domaine des batteries, l'emploi attendu dans la filière électrique risque de ne pas être au rendez-vous.

Le *downsizing* des moteurs, l'hybridation et l'électrification des véhicules offrent des opportunités en matière d'emploi, mais supposent également de mobiliser d'importantes ressources pour accompagner les restructurations inévitables de l'ensemble de la chaîne de valeur des moteurs thermiques. À cette fin, un fonds d'ajustement véhicules bas carbone pourrait être créé pour financer les mesures de mobilité professionnelle liées à l'évolution de la contrainte carbone dans l'ensemble de la filière automobile, du raffinage à la distribution, sans oublier la réparation automobile, dont les métiers vont devoir évoluer afin d'intégrer de manière croissante les compétences de l'électromécanique et de l'électronique.

²¹ NB : L'impact calculé se limite, à ce jour, au périmètre de production des véhicules (emplois directs dont équipementiers) et ne prend pas en compte les impacts potentiels en amont et en aval de la filière.

3.2. Les machines et équipements électriques

Description des secteurs et rôle économique en Europe dans le contexte de mondialisation

Les Biens d'équipements

Dans l'UE-27, le secteur des biens d'équipements ou machines et équipements comptait environ 164 000 entreprises, employait 3,7 millions de personnes, et a créé une valeur ajoutée de 178 milliards d'euros en 2006¹, ce qui correspondait à une proportion de 3,4 % de l'ensemble de la valeur ajoutée (pour les comparaisons de ces données et d'autres données structurelles, voir Eurostat 2007 et 2008, Electra et VDMA, 2009) et à presque 2,9 % de la main-d'œuvre des entreprises non financières. Dans l'ensemble, le secteur compte 50 % de PME, le plus souvent des fournisseurs d'entreprises plus importantes ou des sociétés qui occupent des niches spécifiques sur les marchés internationaux. L'Allemagne, l'Italie, le Royaume-Uni et l'Espagne sont les principaux pays présents sur le marché, l'Allemagne étant le premier fabricant dans tous les secteurs, à l'exception des armes et des munitions, en termes de valeur ajoutée. Ce secteur est par ailleurs particulièrement important pour l'économie nationale de la

Finlande, de la Slovaquie, de la Slovénie, de la Suède et de la Hongrie.

Il est en outre largement tourné vers les exportations. Les exportations extra UE-27 de machines et équipements se sont élevées à 171 milliards d'euros en 2006, et l'UE affiche un excédent commercial dans ce secteur par rapport au reste du monde. Les échanges intra-UE représentent plus de 50 % des exportations. Le secteur devra vraisemblablement répondre à la demande croissante de la Chine et de l'Inde, notamment en matière d'infrastructures, de production d'énergie, d'efficacité énergétique et de technologies vertes.

Équipements électriques

Le secteur des équipements électriques (NACE DL) crée une valeur ajoutée de 190 milliards d'euros et compte 3,7 millions de salariés, une part proche de celle des machines et équipements, au sein de l'industrie européenne. L'Allemagne, la France, le Royaume-Uni et l'Italie comptent pour les deux tiers de la production et un peu plus de la moitié des salariés. Les échanges intra-UE représentent presque les deux tiers des exportations (2006 : 354 milliards d'euros).

Dans l'Union européenne, les trois quarts de la valeur ajoutée industrielle proviennent de secteurs à forte intensité énergétique, notamment la construction mécanique et industrielle, dont la proportion des coûts énergétiques s'élève à 0,8 % de la valeur de production.

Tableau 1 - Coûts énergétiques rapportés à la valeur de production des segments « strictement énergétiques »*

Line of industry	Energy consumption		
	direct	indirect	total
Machinery and equipment	0.8%	1.9%	2.7%
Devices of the generation of electricity	1.1%	1.5%	2.6%
Measurement and control systems	0.9%	1.3%	2.2%

* La consommation d'énergie liée aux investissements amont à partir de la production intérieure a été calculée à l'aide des coefficients inverses du tableau entrées-sorties de l'Allemagne pour 2006. L'énergie importée a été évaluée à partir des coefficients d'entrée du tableau.

Source : Office fédéral des statistiques, comptes nationaux (Fachserie 18, Reihe 2), août 2009. Calculs propres.

Il convient néanmoins de noter qu'environ un tiers des investissements amont du secteur des machines et équipements provient de secteurs à forte intensité énergétique, notamment la sidérurgie, les métaux non ferreux, les fonderies, la transformation des métaux et les synthétiques. Par conséquent, les coûts énergétiques (indirects) de la production amont sont plus de deux fois supérieurs à ceux du secteur des machines et équipements. Dans les segments « à forte intensité énergétiques » du secteur des équipements électriques, les coûts énergétiques directs ont tendance à être un peu plus élevés que ceux du secteur des machines et équipements. Les coûts énergétiques indirects induits sont en revanche inférieurs (tableau 1).

Dans ce contexte, la construction mécanique et industrielle ainsi que les différents segments du secteur des équipements électriques contribuent à réduire la consommation d'énergie et à limiter les émissions de gaz à effet de serre par :

- une utilisation accrue de matériaux à moindre intensité énergétique pour leurs produits ;
- la mise au point et la production d'équipements et installations plus efficaces et respectueux de l'environnement. Une attention particulière doit par ailleurs être portée à l'amélioration des techniques de l'industrie de transformation.

Compte tenu de la variété de la structure des produits, l'évaluation des économies d'énergie potentielles, si elle est possible pour les secteurs de l'automobile ou de l'éclairage, s'avère pratiquement impossible pour la construction mécanique et industrielle²². En raison du rôle prépondérant et du volume des exportations du secteur des machines et équipements et des équipements électriques, il convient de présenter,

²² Une étude approfondie réalisée par l'Agence internationale de l'énergie (AIE), intitulée « Energy Technology Transitions for Industry - Strategies for the Next Industrial Revolution » a été publiée en septembre 2009. L'association allemande des constructeurs de machines et d'équipement (Verein Deutscher Maschinenbau Anstalten - VDMA) a commandé deux études scientifiques, qui devraient également être clôturées à l'automne 2009.

dans le cadre de cette étude, les prévisions relatives au chiffre d'affaires du secteur au regard des aspects énergétiques et au potentiel d'emploi.

Méthode et portée des évaluations du potentiel

Sont étudiés les marchés porteurs de l'efficacité énergétique et de la production d'énergie à faibles émissions. Les prévisions à l'échelle mondiale jusqu'en 2020 de McKinsey sont utilisées comme données de référence. Les prévisions d'évolution du secteur après 2020 ne sont pas disponibles²³. Les données utilisées offrent une vision structurée des différents secteurs. Ces évaluations peuvent être considérées comme relativement prudentes car elles portent essentiellement sur les technologies et produits associés à une augmentation de l'efficacité énergétique ou plutôt à une réduction des émissions de CO₂ nettement supérieure à la tendance historique.

Les hypothèses selon les différents secteurs de production :

- L'UE-27 conservera ses parts du marché mondial pour les segments de produits spécifiques entre 2006 et 2020. Compte tenu de l'évolution probable de la structure de la production en série, cette prévision est plutôt ambitieuse et doit être interprétée comme un objectif de référence ;

Les parts de marché des machines et équipements et des équipements électriques en termes de valeur de la production des biens recensés seront dans l'ensemble réduites de 10 % à l'horizon 2020. Cette hypothèse implique que l'on tienne compte de la diversification croissante du secteur des technologies de l'environnement. Avec une proportion de la valeur ajoutée

²³ McKinsey & Company: Wettbewerbsfaktor Energie, 2009 [L'énergie: une chance pour l'économie].

estimée à 50 %, les machines et équipements demeurent un secteur clé sur les marchés porteurs de l'efficacité énergétique et des technologies de l'environnement. La part des services augmente considérablement.

Les hypothèses qui sous-tendent le potentiel d'emploi :

- ▶ L'Allemagne (premier producteur européen du secteur de la construction mécanique et industrielle) conservera sa proportion de la valeur ajoutée moyenne de 35 % jusqu'en 2020. Ce coefficient sera dans l'ensemble applicable à l'UE-27 ;
- ▶ La productivité de la main-d'œuvre augmente de 3 % par an (moyenne de l'ensemble des secteurs) ;

- ▶ Des délocalisations importantes vers des pays en dehors de l'UE-27 n'auront pas lieu. La part des importations dans les investissements amont des deux secteurs ne sera pas modifiée.

Évolution des marchés porteurs :

- ▶ Selon les études de McKinsey, le marché porteur de l'efficacité énergétique, à savoir le marché des solutions innovantes en matière de consommation ou de transformation de l'énergie, connaîtra une croissance annuelle de 13 % entre 2008 et 2020. Le tableau 2 présente un large éventail de zones de croissance et de possibilités de développement pour les entreprises du secteur des machines et équipements et des équipements électriques.

Tableau 2 - Solutions d'optimisation de l'efficacité énergétique – centres de croissance du marché des machines et équipements et des équipements électriques

Centres de croissance / Segments de marché	Domaines / Technologies
Solutions spécifiques au secteur	Énergie et chaleur à partir des déchets de traitement Séchage des produits par chaleur résiduelle Utilisation des ultrasons pour les procédés de nettoyage et de mélange.
Automatisation et gestion	Intégration de la gestion de la consommation d'énergie aux systèmes TI Optimisation de la distribution de chaleur dans les machines et installations Réduction des temps de passage adaptée au développement de la gamme de produits
Récupération de chaleur	Réutilisation de la vapeur des stades de production antérieurs Utilisation de la chaleur résiduelle à des fins de production d'électricité Rééquipement des usines de récupération dans les nouveaux pays industrialisés
Développement technologique	Utilisation de matériaux à faible frottement Utilisation accrue de l'électronique dans les pompes, ventilateurs, compresseurs et autres installations Utilisation d'aciers doux magnétiques afin d'accroître l'efficacité des moteurs
Technologie du bâtiment	Optimisation de la consommation des systèmes de chauffage, de l'électroménager et de l'éclairagisme.

Sources : compilation d'après les prévisions de McKinsey (2008), McKinsey (2009), ministère fédéral allemand de l'Environnement (BMU) (2008) et IFEU et al. (2009).

Tableau 3 - Marché porteur « efficacité énergétique » : évaluations du potentiel de production du secteur des machines et équipements et des équipements électriques dans l'UE-27 (en milliards d'euros)

Centers of growth /submarkets	2008	2020	2020/2008	Annual growth rate
Industry-specific solutions	6	25	19	12,6
Non sector-specific solutions	17	35	18	6,2
Automation/controlling	7	17	10	7,7
Heat recovery	8	13	5	4,1
Drives	2	5	3	7,9
Building Services technology	19	41	22	6,6
Air conditioning/CHP	2	5	3	7,9
Domestic appliances	12	24	12	5,9
Lighting technology	5	10	5	5,9
Total	42	101	59	7,6

Sources : McKinsey, Electra, IFEU et al. et VDMA. Calculs et évaluations propres.

Tableau 4 - Marché porteur « production d'énergie à faibles émissions » : évaluations du potentiel de production de systèmes innovants dans l'UE-27 (en milliards d'euros)

Technology	2008	2020	2020/2008	Annual growth rate 2020/2008
Wind power	24	132	108	15,3
Solar	11	38	26	10,9
Biomass	9	28	19	9,9
Nuclear power	5	34	19	13,9
CCS	0	7	7	
Total	49	229	180	13,7
Therof Machinery equipment/electrical equipment	33	141	108	12,8

Sources : McKinsey, Electra, ifeu et al., VDMA, Calculs et évaluations propres.

Selon les prévisions de développement de l'ensemble du marché, la croissance annuelle du secteur de la construction mécanique et industrielle de l'UE-27 est estimée à pratiquement 8 %. Cette prévision de développement, qui demeure inférieure aux prévisions de croissance moyenne, s'explique dans la mesure où la maturité technique des produits ne se traduira pas par une amélioration sensible comparable, par exemple, aux améliorations apportées à l'isolation des

bâtiments ou à la mobilité²⁴. Il convient par ailleurs de tenir compte de l'évolution de la structure du secteur. Les sociétés d'ingénierie et les maîtres d'œuvre jouent un rôle croissant dans l'optimisation des processus de production complexes en matière d'efficacité énergétique ou, plus précisément, de réduction des émissions de

²⁴ Mesurée par l'UE selon une prévision de croissance annuelle du secteur de la construction mécanique et industrielle de 2,2 % entre 2005 et 2030 (comparer à DG TREN - « European energy and transport - Trends to 2030 »). La croissance du segment « efficacité énergétique » est néanmoins largement supérieure à la moyenne.

CO₂, mais cette contribution relève du secteur des services, plutôt que du secteur de l'énergie.

La croissance potentielle de la production du secteur de la construction mécanique et industrielle sur le marché porteur de la « production d'énergie à faibles émissions » s'élève à quasi 13 % par an, une croissance nettement plus rapide que sur le marché porteur de l'« efficacité énergétique ». Cet écart de croissance s'explique principalement par la contribution des technologies de l'énergie éolienne, un segment dans lequel l'UE-27 occupe (encore) une position de leader sur le marché (tableau 4).

Conséquences sur le potentiel d'emploi

Pour autant que la part de l'UE-27 dans la production mondiale demeure constante et que soient remplies les conditions nécessaires à l'augmentation de la productivité de la main-d'œuvre et à l'intégration régionale, il sera possible de créer 670 000 emplois jusqu'en 2020 dans les deux segments de marché étudiés, dont les deux tiers dans le secteur des techniques et équipements de production d'énergie (tableau 5).

La croissance résultant de cette division du travail, intensive et intersectorielle, représentera

un potentiel de 250 000 emplois supplémentaires, avec l'appui des investissements amont effectués par ce secteur et le secteur des services. Soit un potentiel supérieur à 900 000 emplois supplémentaires.

Conclusion : perspectives et conditions

Qu'il s'agisse des technologies liées à la production d'énergie ou des méthodes qui visent à accroître l'efficacité énergétique, les entreprises européennes de construction mécanique et industrielle, ainsi que les sociétés d'ingénierie et autres fournisseurs de services apparentés, occupent une position de leader mondial.

L'UE-27 compte pour plus de 40 % de la production mondiale dans les segments de marché importants. L'Europe a néanmoins déjà perdu des parts de marché notamment dans le domaine des technologies de l'énergie éolienne.

Pour autant que l'Europe maintienne sa position sur le marché mondial, quelque 670 000 emplois peuvent être créés dans le seul secteur des machines et équipements et des équipements électriques au sein de l'Union européenne d'ici à 2020, auxquels s'ajoutent environ 250 000 emplois chez les fournisseurs.

Tableau 5 - Potentiel d'emploi des segments énergétiques du secteur des machines et équipements et des équipements électriques dans l'UE-27 en 2020

Leading market / industrial sector	Number of employees changes 2020/2008
Energy efficiency	+ 220,000
Energy production	+450,000
Machinery and equipment / electrical equipment	+ 670,000
Added for information: with suppliers	+250,000*
<i>*estimated from the input-output-calculation 2006 for Germany.</i>	

* Évaluation à partir du calcul des entrées et sorties de l'Allemagne pour 2006. Sources: Electra, Eurostat, VDMA. Calculs propres.

Seule une augmentation importante de la main-d'œuvre (hautement) qualifiée est de nature à permettre aux fabricants européens de conserver leur part de croissance du marché mondial pour les solutions énergétiques innovantes et éviter les délocalisations.

À cette fin, il convient de renforcer la collaboration entre les entreprises et l'université, notamment par le développement de programmes universitaires spécifiques aux questions énergétiques et une meilleure communication quant à l'attrait des professions techniques.

Une meilleure préparation de la main-d'œuvre aux nouvelles technologies et aux nouveaux

marchés est désormais une condition essentielle des possibilités de croissance.

La structure du secteur des machines et équipements est caractérisée par les petites et moyennes entreprises, notamment dans le domaine environnemental. L'exploitation du potentiel d'innovation n'est dès lors possible que dans la mesure où ces PME disposent d'un accès privilégié aux réseaux de compétences régionales.

Il convient de soutenir les projets de ces entreprises au potentiel de croissance avéré et d'éliminer tous les obstacles à leur intégration dans ces programmes.

3.3. Matériaux isolants et de construction

Structure des marchés et emploi

Le secteur de la laine minérale est oligopolistique, voire quasiment monopolistique pour certains produits et dans certaines zones (dans la laine de roche, concentration des capacités de production dans certaines zones de chalandise par exemple). Il se caractérise par d'importantes barrières à l'entrée, dont la première est l'**intensité capitalistique** de la production et le montant des investissements nécessaires. La production de laines d'origine végétale, plus artisanale, est moins capitalistique, même si certains grands groupes de l'isolation s'y intéressent pour des raisons de diversification marketing. Les produits coûtent nettement plus cher au consommateur final. Pour les produits de terre cuite, un important processus de concentration est à l'œuvre dans le nord-ouest et au centre de l'Europe. Dans le sud de l'Europe, les PME sont prédominantes. Le marché des maisons en bois semble pour l'instant l'apanage de PME de taille respectable, même si des groupes (Saint-Gobain ou Ikea) développent une offre.

L'emploi dans l'industrie des tuiles et briques représente 84 300 personnes réparties dans 3 000 entreprises environ (données Eurostat). Le nombre de salariés moyen par usine oscille entre 21 au Danemark et 66 au Royaume-Uni. Dans l'industrie de la laine minérale, l'emploi est de l'ordre de 20 000 personnes (selon la seule estimation disponible, délivrée par Eurima il y a plusieurs années, cohérente avec les nôtres) dans quelques groupes. La production d'isolants d'origine végétale (cellulose, chanvre, etc.) pourrait occuper un nombre équivalent de personnes, pour des tonnages cependant bien moindres.

La plupart des produits d'isolation ont tendance à être échangés dans leur zone de production.

Impacts de la crise et évolutions structurelles

Les ventes de matériaux isolants et de briques monomur se sont développées ces dernières années. On peut y voir une conséquence conjoncturelle du boom de la construction, mais également un mouvement plus structurel lié à la réglementation énergétique et à l'évolution du prix des énergies.

Les briques ont progressé à des taux supérieurs à ceux du marché (au détriment des parpaings), certaines tuiles également. Malgré la crise, les ventes de certains types de briques progressent. Au prix d'évolutions marketing bien senties (facilité de pose des briques « à perforation verticale » et des tuiles mécaniques), la terre cuite a gagné des parts de marché au cours des années 2000.

Tous les matériaux évoqués ont souffert de la crise dès de la seconde moitié de 2008, avec des entrées décalées dans la récession. Les îles britanniques, certains pays d'Europe de l'Est et l'Espagne ont d'abord été touchés, suivis à la fin de l'année 2008 par les grands pays d'Europe continentale (France, Italie, Allemagne) :

- ▶ en réponse à la chute brutale des volumes vendus, la plupart des acteurs du secteur des matériaux isolants ont réduit leurs capacités de production en fermant des usines (Saint-Gobain en Irlande, Ursa en Hongrie, etc.) et / ou en abaissant le niveau de l'emploi (précaire et interne) ;
- ▶ la baisse dans l'industrie des tuiles et briques s'est accélérée à partir de la seconde moitié de 2008 (hors produit mentionné).

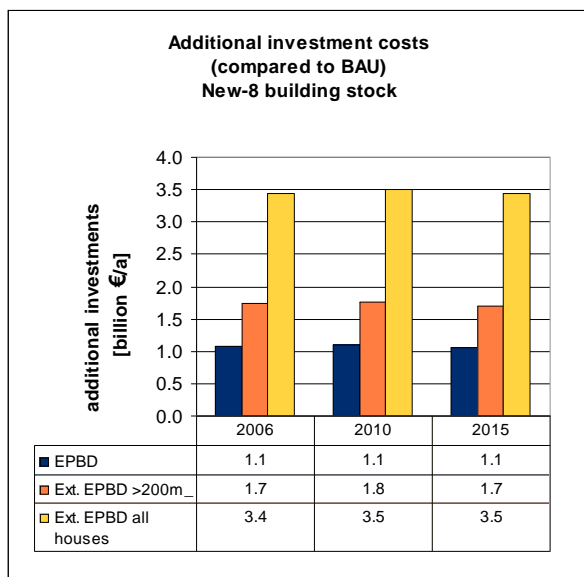
Dans ce contexte, si les grands groupes producteurs de matériaux ont dû procéder à des recapitalisations, des recompositions d'ampleur du paysage concurrentiel ou des relocalisations de la production n'ont – pour l'instant – pas eu lieu.

Pour les laines minérales, le déclenchement de la crise a presque coïncidé avec l'arrivée sur le

marché de nouvelles capacités de production, ce qui accentue les surcapacités. Les conséquences pourraient être, d'une part, des tensions sur les prix (et la rentabilité à long terme) et, d'autre part, l'arrivée en Europe de produits hors de leur zone de chalandise habituelle (des laines minérales fabriquées en Amérique du Nord arriveraient sur le marché européen). Pour l'instant, la rentabilité des grands groupes publiant leurs comptes reste à des niveaux non négligeables.

Impact positif d'une extension de la directive EPBD

Selon Eurima, l'impact emploi y compris les emplois dans le secteur du bâtiment serait compris entre 220 000 (directive EPBD sur la performance énergétique des bâtiments) et 550 000 emplois (EPBD étendue).



Source : Eurima, Ecofys IV et V UE 8

En prenant l'hypothèse que la fabrication des autres isolants compte environ le même nombre d'emplois et dans l'optique d'une EPBD étendue à tous les bâtiments existants et correctement appliquée (hypothèse identique aux études Ecofys), en tenant compte de l'augmentation de la demande d'isolants, des surcapacités actuelles

liées à la crise et du taux marginal de création d'emplois lors d'augmentations de capacités, on peut imaginer que le potentiel de création d'emplois devrait se situer dans une fourchette de 2,5 % à 20 %, soit entre 1 000 et 8 000 emplois pour l'industrie des isolants, entre EPBD et EPBD étendue à tous les types de logements.

L'entrée dans sa phase 3 de la directive ETS peut induire un renforcement de la concurrence entre matériaux, au détriment des objectifs recherchés

Le poids des dépenses énergétiques, eu égard aux processus mis en œuvre, est élevé pour les laines minérales (de l'ordre de 10 % du chiffre d'affaires) et pour les produits en terre cuite (plus de 25 % des coûts, selon les producteurs).

Globalement, les marchés des produits isolants ou de la terre cuite sont peu ouverts au commerce extracommunautaire. Les laines isolantes (densité faible) ou les tuiles et briques (caractère pondéreux) sont *a priori* intransportables à des coûts suffisamment bas. Toutefois, aux marchés de l'Europe (Grèce, pays baltes, pays méditerranéens), des flux commerciaux pourraient se développer avec des pays non soumis au système ETS.

Du seul point de vue de la consommation de CO₂ à la production du matériau, le bilan énergétique des produits en terre cuite est mauvais par rapport au béton. Toutefois, du point de vue de l'acte de construction, une solution béton plus isolante et une solution terre cuite offrent des émissions quasiment identiques. En revanche, la terre cuite s'avère plus intéressante si on compare la durée de vie des produits (analyse du cycle de vie, dite « ACV »).

Dans la troisième phase du mécanisme des ETS, les produits en terre cuite ne bénéficient pas de la protection dite « fuite de carbone », contrairement aux produits en béton et aux isolants minéraux. Par ailleurs, pour les

producteurs de terre cuite, l'essentiel des efforts d'efficacité énergétique aurait déjà été fait, même si des avancées sont encore possibles (la

récupération de méthane en provenance de décharges enfouies en est un exemple).

La construction éconergétique et ses conséquences sur l'emploi

Le secteur de la construction est responsable de 40 % de la consommation finale d'énergie dans l'UE. Si les normes suédoises étaient appliquées dans toute l'Europe – la Suède est le pays du continent dont les bâtiments sont les mieux isolés – il serait possible de réaliser des économies d'énergie à hauteur de 50 %. Les pays d'Europe centrale et méridionale affichent le plus grand potentiel d'économies d'énergie et par conséquent d'emploi. L'Italie à elle seule représente 17,5 % de la perte annuelle d'énergie des logements en Europe, ce qui correspond à une émission de 86 milliards de tonnes de CO₂ par an.

Le programme de l'Allemagne pour réduire les émissions de CO₂ des bâtiments

Dans le cadre de ce programme, coordonné par le ministère fédéral des Transports, de la Construction et du Développement urbain (BMVBS) et soutenu financièrement par la banque KfW, les propriétaires de logements et les établissements publics peuvent bénéficier de subventions directes et de prêts octroyés par les pouvoirs publics. Ce programme a pour objectif de promouvoir les mesures visant l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments. Ce programme offre aux autorités locales des possibilités particulières d'investissement et de prêt pour participer notamment à la modernisation des écoles, des crèches et d'autres bâtiments d'associations sans but lucratif.

Après un lancement réussi, les ressources du programme de promotion de la réduction des émissions de CO₂ des bâtiments financé par la banque KfW ont été multipliées par trois en 2006, à hauteur de 1 milliard d'euros par an au cours des quatre prochaines années. Ce programme d'incitation à l'amélioration de l'efficacité énergétique a été accueilli favorablement par le secteur de la construction et les propriétaires de logements, ce qu'illustre l'importance des demandes d'aide financière. En 2006, environ 1,5 milliards d'euros ont été débloqués pour lutter contre le changement climatique. Récemment, le BMVBS a annoncé l'allocation de fonds supplémentaires pour un montant de 750 millions d'euros au cours de l'année 2009.

Ce programme a des effets positifs sur le secteur de la construction, les propriétaires et les locataires de logements. Les résultats sont une amélioration des conditions de l'habitat, une réduction du coût de l'énergie et des émissions de CO₂.

Résultats du programme

Le BMVBS indique que le programme national de « bâtiments éconergétiques » a permis de réduire de 3,2 millions de tonnes par an les émissions de CO₂ des bâtiments depuis 2006. Au cours de ces années, environ 1,1 million d'appartements ont été modernisés ou construits selon les critères de l'efficacité énergétique, ce qui correspond à des économies de chauffage pour un montant d'environ 1,1 milliard d'euros. En Allemagne, les conséquences de ce programme sur l'emploi sont illustrées par la création ou le maintien de 220 000 emplois dans les entreprises moyennes et les entreprises spécialisées.

D'autres études, qui évaluent les conséquences sur l'emploi de ce programme d'écoconstruction, situent le nombre d'emplois créés en Allemagne à 51 000 en 2008. Les effets sur l'emploi les plus notables concernent les petites et moyennes entreprises, principalement dans le secteur de la construction.

Le programme « GreenBuilding » de l'UE

Le programme GreenBuilding a été lancé en 2004 par la Commission européenne avec pour objectif d'améliorer l'efficacité énergétique et de promouvoir l'utilisation des énergies renouvelables dans les logements. Lors de la phase pilote, en 2005 et 2006, ce projet ciblait les propriétaires de bâtiments non résidentiels. Une structure reposant sur ce qu'il a été convenu d'appeler des points de contacts a été mise en place dans 9 États membres. Le programme européen GreenBuilding a sensibilisé l'opinion à l'efficacité énergétique des bâtiments, qui avait déjà fait l'objet de programmes comparables au plan national dans les États membres.

La directive sur la performance énergétique des bâtiments (DPEB) fixe un certain nombre d'exigences et impose aux États membres de mettre en place un système de certification de la performance énergétique des bâtiments et de renforcer la réglementation sur les bâtiments, comme l'application d'exigences minimales aux bâtiments neufs, à la rénovation de bâtiments dépassant une certaine taille et à l'inspection des systèmes de climatisation. Une refonte éventuelle de cette directive fait actuellement l'objet de discussions et pourrait se traduire par une application rigoureuse des normes relatives à la performance énergétique des bâtiments.

La modernisation des bâtiments selon le concept de l'écoconstruction a eu des conséquences positives sur l'emploi.

L'efficacité des bâtiments et les conséquences sur l'emploi

En Allemagne, selon une étude de l'Öko-Institut (Institut d'écologie appliquée), la rénovation des bâtiments pourrait entraîner la création nette de 110 000 emplois d'ici à 2020. Les audits énergétiques des bâtiments promettent également la création d'emplois. En 2003, seuls 7 % des 1,3 million de bâtiments publics en Allemagne avaient fait l'objet d'une évaluation du potentiel d'économie d'énergie. Porter cette proportion à un tiers pourrait créer quelque 30 000 emplois. Même après imputation des pertes d'emploi (ex. dans le secteur de la fourniture d'électricité), il en résulterait une création nette de 10 000 emplois.

Dans le cadre du débat général sur la refonte de la DPEB, les services de la Commission ont examiné un éventail de propositions et d'options et évalué les conséquences probables sur l'emploi. Entre 280 000 et 450 000 emplois pourraient être créés d'ici à 2020, notamment d'auditeurs et de certificateurs énergétiques, d'inspecteurs des systèmes de chauffage et de climatisation, dans les secteurs de la construction et des équipements nécessaires à l'amélioration de la performance des bâtiments. Les prévisions d'Eurima, l'association européenne des fabricants de matériaux d'isolation, sont plus optimistes et situent la création d'emplois entre 274 000 et 856 000. Et une étude réalisée par la Confédération européenne des syndicats et autres table sur la création de 2,59 millions d'emplois à l'horizon 2030.

3.4. Les Énergies renouvelables

Parmi les différentes technologies des énergies renouvelables²⁵, quatre d'entre elles peuvent être considérées comme les plus prometteuses, en termes d'application et de potentiel de développement : l'énergie éolienne (en mer notamment) ; hydroélectrique ; solaire (énergie solaire thermique, photovoltaïque et concentration de l'énergie solaire) ; la bioénergie²⁶.

Les évaluations portant sur le développement des énergies renouvelables dans l'UE se fondent sur le rapport de la DG Environnement intitulé « Model-based Analysis of the 2008 EU Policy Package on Climate Change and Renewables » (NSAT), les informations du Conseil européen des énergies renouvelables (EREC), le Scénario énergétique tendanciel à 2030 de la DG TREN, et des calculs propres. Les chiffres du rapport NSAT se basent sur une capacité installée de 557,9 GW en 2030, ce qui correspond à un investissement dans des capacités supplémentaires pour un total de 389,8 GW.²⁷

Le scénario de la DG TREN repose sur une estimation plutôt prudente basée sur une capacité de production des énergies renouvelables de 280 GW en 2020 et de 330 GW en 2030. L'écart est considérable entre le scénario de la DG TREN et les estimations du rapport NSAT. Selon les prévisions du rapport NSAT pour 2020, les experts se basent sur la création de nombreux parcs éoliens, de

nombreuses centrales hydroélectriques et installations photovoltaïques dans l'UE.

L'énergie éolienne

Depuis 20 ans, l'énergie éolienne est la source d'énergie qui enregistre la croissance la plus rapide à l'échelle mondiale.²⁸ Comme les chiffres l'indiquent, le marché international de l'équipement éolien affiche des taux de croissance élevés, avec une nouvelle capacité installée de l'énergie éolienne située à 28 GW en 2008, ce qui représente une progression de 38 % comparé à 2007. Selon Eclareon, l'UE disposait d'une capacité installée de l'énergie éolienne d'environ 65 GW en 2008, soit plus de la moitié de la capacité installée à l'échelle mondiale.²⁹

L'Europe a occupé la position de leader mondial de l'énergie éolienne dans la fabrication des turbines et les installations avant que les États-Unis et la Chine commencent à produire des installations à grande échelle en 2008. Les projets de parcs éoliens en mer suscitent un réel intérêt et pourraient atteindre une capacité de 8,7 GW le long des côtes européennes en 2015.³⁰ En 2008, les coûts moyens d'installation des éoliennes se situaient entre 1,1 milliard et 1,15 milliard d'euros par GW.³¹ Les coûts d'installation des parcs éoliens en mer sont en moyenne deux fois et demi supérieurs à ceux des parcs éoliens sur terre.

²⁵ La fabrication d'équipements destinés à la production d'énergies renouvelables peut difficilement être définie comme une branche aux termes de la NACE 1.1. Compte tenu de leur structure fragmentée, les énergies renouvelables relèvent des déchets (NACE 90), dans le cadre des services environnementaux, de la production d'électricité (NACE 40.11) et de la fabrication de machines et équipements (NACE 29).

²⁶ McKinsey Deutschland: *Wettbewerbsfaktor Energie, Neue Chancen für die deutsche Wirtschaft*, 2009.

²⁷ Écart entre la puissance installée nette en 2005 et en 2030 selon le scénario NSAT.

²⁸ EREC et Greenpeace, p. 74.

²⁹ Estimations de EREC et de Greenpeace dans Eclareon, p. 5.

³⁰ Association européenne de l'énergie éolienne (EWEA) dans Eclareon, p. 7.

³¹ Selon l'AIE, les coûts d'installation des éoliennes sur terre diffère d'un pays à l'autre et atteignent 858 millions d'euros par GW dans le cas du Danemark. Les coûts sont plus élevés en mer et se situent entre 1,6 milliard d'euros par GW et 2,1 milliards d'euros par GW dans le cas du Royaume-Uni. Voir AIE : *World Energy Outlook 2007*.

Tableau 1: Prévisions de capacités installés en renouvelables dans l'UE

Source d'énergie	Eurostat 2006	NSAT 2005	Prévision EREC 2010	NSAT 2015	Prévision EREC 2020	NSAT 2020	NSAT 2030
Éolien	47,7 GW	40,8 GW	80 GW	117,4 GW	180 GW	161,4 GW	259 GW
Hydroélectrique	106,1 GW	109,3 GW	111 GW	113,1 GW	120 GW	114,4 GW	115,6 GW
Solaire Photovoltaïque et thermique	3,2 GWp	1,8 GW	19 GWp	6,3 GW	165 GWp	14,9 GW	44,7 GW
Biomasse	22,3 GWe	15,2 GW	30 GWe	45,4 GW	50 GWe	81,6 GW	131,4 GW
Geothermique	0,7 GW	1 GW		2,5 GW	4 GW	5,1 GW	7,3 GW
TOTAL	180 GW	168,1 GW	240 GW	284,7 GW	519 GW	377,5 GW	557,9 GW

* Projection 2030 are own calculations based on branch information Outlook for wind power OSullivan et al. in WWF for photovoltaic. Source: EREC 2008, NSAT in report to DG ENV. Rounded values.

L'énergie solaire

Les technologies de l'énergie solaire ou photovoltaïque (PV) permettent de produire de l'électricité à partir de la lumière. L'énergie solaire recouvre trois technologies principales : la technologie photovoltaïque, la concentration de l'énergie solaire et les installations de capteurs solaires thermiques, qui sont principalement destinées au chauffage de l'eau domestique et des piscines.

L'amélioration constante de la production des cellules photovoltaïques vise à réduire les coûts de production. L'AIE indique que les coûts des cellules photovoltaïques ont été réduits, avec une courbe d'apprentissage comprise entre 15 % et 20%.³² Les coûts de production des cellules photovoltaïques représentent 75 % de l'investissement total, alors que les coûts d'installation s'élèvent à 15 % et que l'assemblage des composants du système compte pour 10 %.

L'énergie hydroélectrique

La technologie de l'énergie hydroélectrique utilise l'eau pour produire de l'électricité. Les centrales hydroélectriques aux barrages en béton, réservoirs et lacs de retenue ont été utilisées pour produire de l'électricité tout au long du siècle dernier. L'énergie hydroélectrique est actuellement l'un des modes les moins onéreux de production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables. Les dépenses d'équipement liées à de nouveaux projets de construction de grandes centrales électriques sont évaluées à 1,7 milliard d'euros par GW installé dans les pays de l'OCDE.

L'énergie de biomasse

La biomasse recouvre plusieurs matériaux d'origine biologique qui peuvent être utilisés pour produire de l'énergie. Le bois, les produits agricoles végétaux ou d'autres plantes, ainsi que les déchets agricoles sont utilisés comme sources de chauffage, de production d'électricité ou comme combustibles pour le transport. Les systèmes d'énergie de biomasse utilisent ces sources biologiques d'énergie renouvelable. Le fonctionnement des installations de biomasse est comparable à celui des centrales électriques conventionnelles. Leurs dimensions sont plus modestes, et un traitement préliminaire des

³² AIE : Perspectives des technologies de l'énergie 2008, p. 373.

biocarburants est nécessaire avant la combustion. Les estimations des coûts de production d'électricité à partir de la biomasse dépendent des coûts de la charge d'alimentation, qui peuvent être négatifs dans le cas des déchets et des matériaux résiduels ou plus élevés s'il s'agit de plantes énergétiques. L'AIE affirme que les coûts réels par unité d'énergie produite à partir de plantes dépendent du facteur de capacité, notamment des coûts de maintenance et de la disponibilité.

Coûts d'investissement des énergies renouvelables

Les estimations de l'AIE des coûts d'investissement pour la concentration de l'énergie solaire s'élèvent à 4,1 milliards d'euros par GW en 2030 (Institut Wuppertal, p. 57). Les prévisions d'investissement net de la production d'énergie selon le rapport NSAT sont calculées à l'exclusion de la biomasse (124,4 GW) et de l'énergie géothermique (6,4 GW).

Ces coûts d'investissement par GW nécessaires à la construction d'éoliennes, de centrales hydroélectriques ou solaires jusqu'en 2020 peuvent sembler élevés, mais n'excèdent pas le calcul des coûts des centrales électriques conventionnelles. Les estimations de coûts de construction de nouvelles centrales nucléaires peuvent atteindre des niveaux plus élevés encore, entre 4,2 milliards et 7,6 milliards d'euros par GW.³³ Les producteurs d'électricité allemands RWE et Vattenfall situent le total des investissements nécessaires à leurs installations de démonstration de capture et de stockage du CO₂ (CSC) entre 1 milliard et 2 milliards d'euros, pour une capacité de 450 ou 500 MW.

La réduction des coûts d'équipement

Selon l'EREC et Greenpeace, les coûts d'investissement de plusieurs technologies des énergies renouvelables vont diminuer. L'évolution des coûts pour 2030 (graphique 1) est liée aux courbes d'apprentissage respectives et révèle que les coûts d'investissement de la plupart des technologies seront réduits de 30 % à 60 % à l'horizon 2020 par rapport aux niveaux actuels. Lorsque ces technologies auront atteint un stade de développement complet après 2040, la réduction des coûts sera plus élevée et devrait se situer entre 20 % et 50 % par rapport aux niveaux actuels.

Les prévisions du rapport NSAT et de la DG TREN sur les futures capacités installées des énergies renouvelables sont comparables pour la période 2010-2015, mais nettement différentes pour 2020. Le scénario de la DG TREN repose sur une estimation plutôt prudente, avec une part des énergies renouvelables située à 280 GW en 2020, tandis que le rapport NSAT table sur une part de 377,5 GW.

Conséquences sur l'emploi

Toutes les prévisions indiquent une croissance des emplois liés aux énergies renouvelables au cours des prochaines décennies. Le niveau élevé des investissements destinés à accroître les capacités des énergies renouvelables aura pour corollaire une croissance de l'emploi dans l'ingénierie, les machines et équipements et d'autres secteurs.

³³ Les estimations du coût des projets de construction de nouvelles centrales nucléaires proviennent de sources diverses : Moody's Corporate Finance 2007, le constructeur français de centrales nucléaires Areva NP ou encore Synapse Energy Economics, 2008.

Tableau 2 : Scénario énergétique tendanciel de l'UE-27 à 2030 de la DG TREN

Source d'énergie	2005	2010	2020	2030
Éoliennes	40 GW	111 GW	120 GW	146 GW
Hydroélectrique	109 GW	71 GW	114 GW	116 GW
Photovoltaïque	1,8 GW	4 GW	9 GW	15 GW
Biomasse	15 GW	23 GW	36 GW	51 GW
Autres	-	-	1 GW	2 GW
TOTAL	166 GW	209 GW	280 GW	330 GW

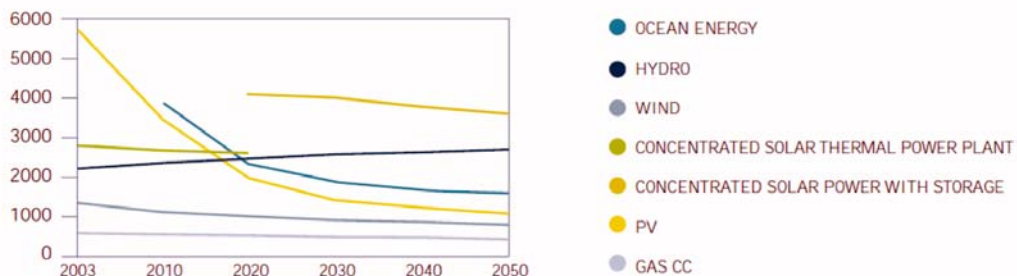
Source : Capacité de production nette en GWe, Scénario tendanciel de la DG TREN. Valeurs arrondies.

Tableau 3 : Estimations des coûts moyens d'investissement des technologies de l'énergie renouvelable (à partir de 2007 - 2009)

Source d'énergie	Coûts	Estimation des coûts d'investissement par GW installé (sur la base des chiffres du secteur)	Prévisions d'investissement net de la production d'énergie en GW entre 20036 et 2030 (NSAT)
Éoliennes	Coûts d'équipement	1.1 - 1.15 milliards € / GW	262 GW
	Frais supplémentaires	0.3 - 0.4 milliards € / GW	
Hydroélectrique	Coûts d'équipement	1.7 milliards € /GW	6 GW
	Frais supplémentaires	n.d.	
Photovoltaïque	Coûts d'équipement	4 - 6 milliards € / GW	43 GW
	Frais supplémentaires	40 - 120 milliards €	
Centrales solaires à concentration	Coûts d'équipement	4 - 6 milliards € / GW	43 GW
	Frais supplémentaires	n.d.	
TOTAL			311 GW*

Sources : Eclareon 2009, Solarbranche.de, Institut Wuppertal 2009 et rapport NSAT à la DG Environnement.

Évolution des coûts d'investissement des technologies de production d'électricité à partir de renouvelables (en dollars US par KW)



reference FIGURES FOR OECD EUROPE, CONCENTRATED SOLAR THERMAL POWER PLANT WITHOUT STORAGE FOR MIDDLE EAST. (*GENERATION COSTS DEPEND PARTLY ON SITE SPECIFIC FUEL COSTS AND HEAT CREDITS.)

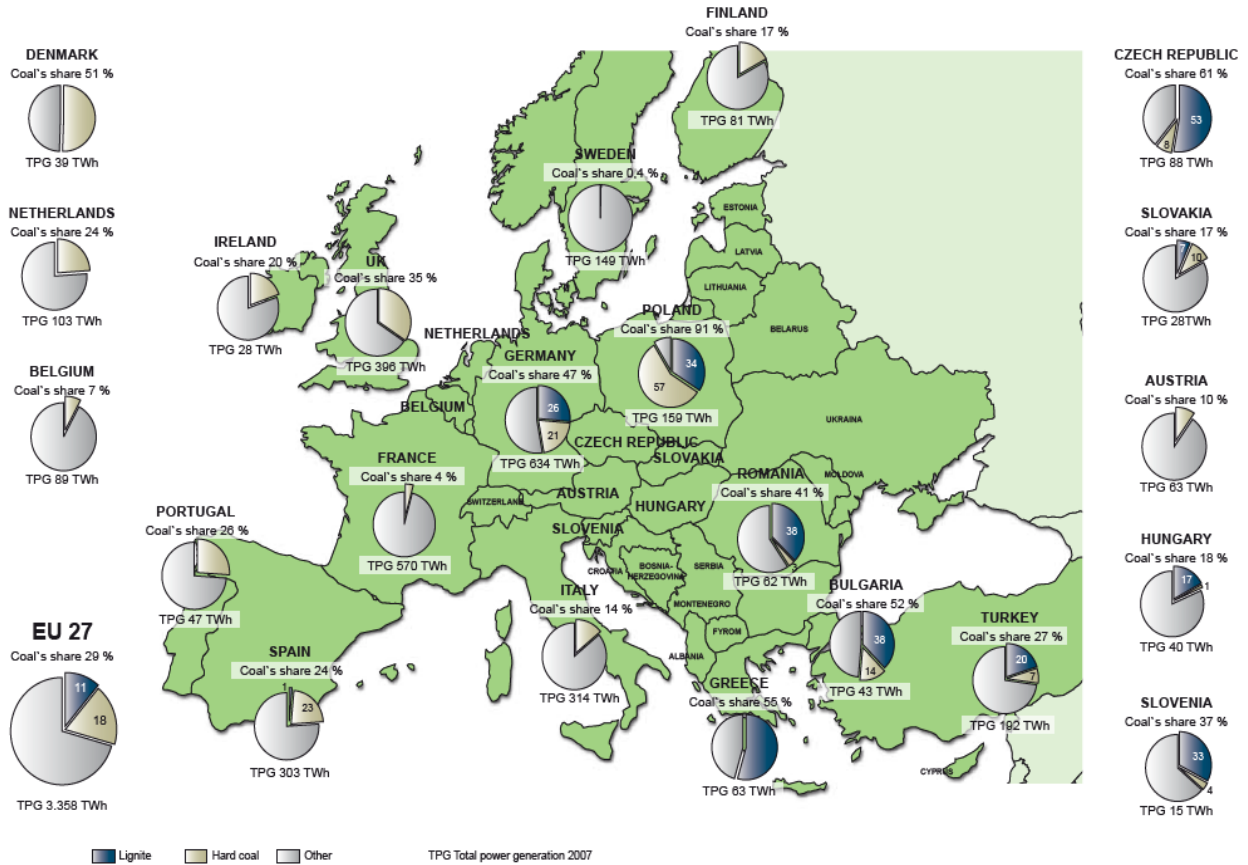
Sources : EREC et Greenpeace, 2007, p. 33.

Partie 2

L'impact d'une filière européenne du charbon propre sur les trois piliers du développement durable

Le rôle du charbon dans la production d'électricité par pays dans l'UE-27 (source : Euracoal 2007)

Environ 27 % de la production totale d'électricité dans l'UE provient de centrales à charbon.



1. Les enjeux des technologies et des secteurs du charbon propre en Europe

Électricité et chaleur à partir de combustibles solides 1 milliard de tonnes de CO₂ émises dans l'UE-27 en 2007

L'Allemagne, la Pologne et le Royaume-Uni comptent pour 58 % de ces émissions. Environ 27 % de la production totale d'électricité dans l'UE et 40 % de la production mondiale proviennent de centrales à charbon.

Les enjeux des technologies du charbon à faibles émissions de CO₂ et de la plateforme ZEP

Les technologies d'utilisation durable du charbon doivent être fondées sur une combinaison optimale des technologies du charbon propre (cycle combiné à gazéification intégrée avancé [CCGI avancé, cycle combiné et production ultracritique, cogénération (PCCE) à partir du charbon) et des technologies de capture et de

stockage du CO₂ (CSC). L'utilisation à grande échelle de ces technologies sera la conséquence de leur développement continu et de la démonstration de leur viabilité environnementale, économique et sociale, ainsi que de leur fiabilité. La mise en œuvre de ces technologies permettra d'éliminer entre 90 % et 100 % des émissions de CO₂ des centrales à combustibles fossiles.

Ceci suppose une augmentation considérable du financement de la recherche afin de mettre en place des projets pilotes à l'échelle nationale et européenne. Il est également essentiel de renforcer la coopération entre l'industrie et les pouvoirs publics, par l'intermédiaire d'une structure de soutien et de coordination, basée sur la Plateforme technologique européenne pour des centrales électriques à combustibles fossiles à taux d'émission zéro (ETP-ZEP), lancée en octobre 2006.

Afin d'assurer la viabilité commerciale et de l'exploitation des projets de CSC à grande échelle dans les centrales à charbon de l'UE-27 à l'horizon 2030, il est nécessaire d'augmenter de 80 GW la capacité installée.

Power and heat production, solid fuels (hard coal and lignite): CO₂ emissions EU-27

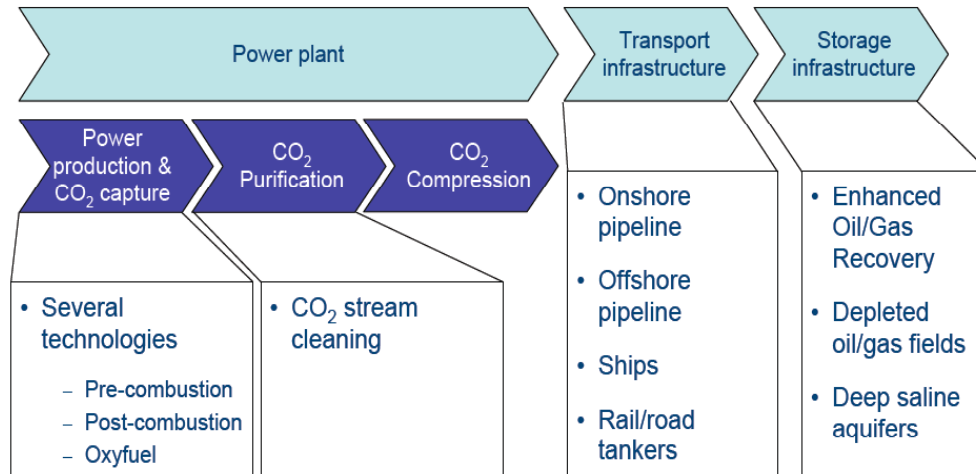
Member State	CO2 emissions in Millions Tonnes			share in EU27 emissions in 2007	Δ 2007-1990 (%)
	1990	2006	2007		
Germany	305	277	291	29%	-5%
Poland	215	169	165	17%	-23%
United Kingdom	183	126	115	12%	-37%
Σ these 3 countries	703	572	571	58%	-9%
EU-27	1 128	988	998	100%	-11%

Source : European Environment Agency

Les objectifs de la plateforme ETP-ZEP pour les centrales à charbon

1 - 3 solutions de CSC

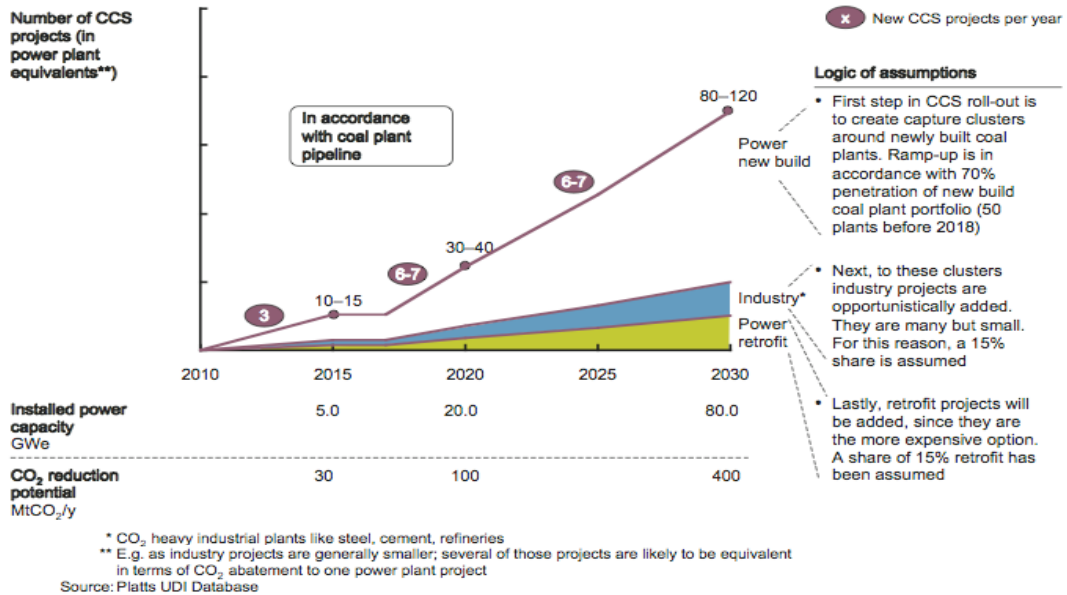
3 solutions technologiques de capture du CO₂ : la pré-combustion, la post-combustion et l'oxy-combustion (source : ETP-ZEP)



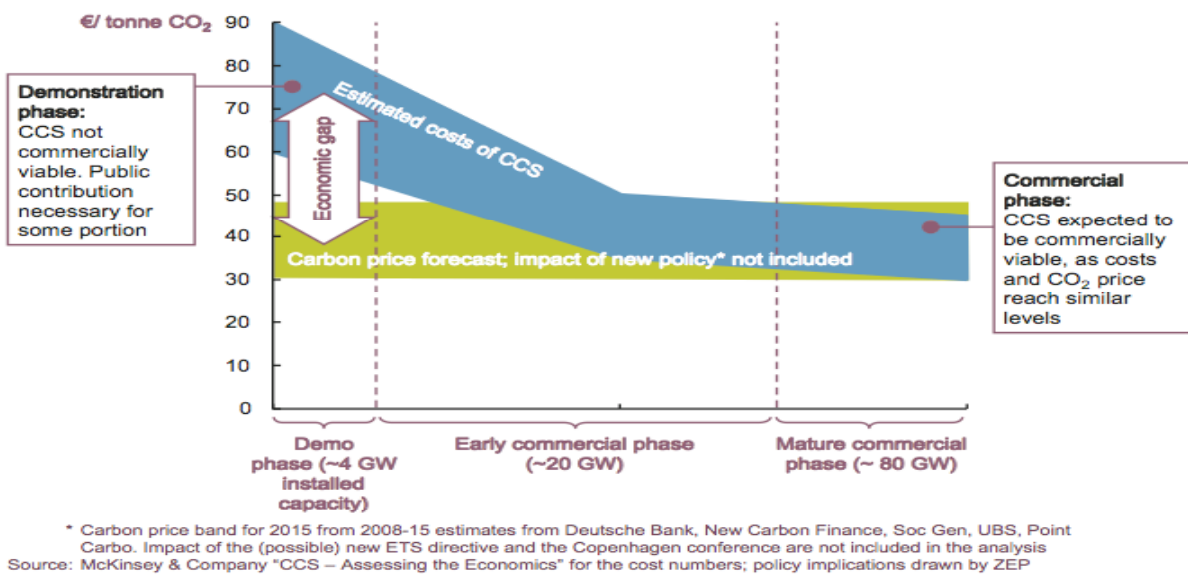
Ces trois solutions de capture du CO₂ reposent chacune sur des types de centrales particuliers (CCGI, LFC, charbon pulvérisé, oxycombustion, etc.)

CO ₂ capture technologies	CO ₂ capture principe	Combustion principe	Power plant definition	
Oxyfiring	Coal	High concentration CO ₂ stream production	O ₂ combustion of coal/gas	Oxy-firing plant (Boiler-based)
Post-combustion	Coal	Exhaust gas CO ₂ scrubbing	Air combustion of coal/gas	Pulverised Coal (PC) or Circulating Fluidised Bed (CFB)
	Gas			Natural Gas Combined Cycle (NGCC)
Pre-combustion	Coal	Inlet gas CO ₂ cleaning	Air combustion of H ₂	Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC)
	Gas			Integrated Reforming Combined Cycle (IRCC)

2 - Éviter l'émission de 100 millions de tonnes de CO₂ par an en 2020 et de 400 millions de tonnes de CO₂ par an en 2030



3 - La viabilité commerciale de la CSC en 2030



Le plan de financement des projets de CSC de l'UE repose sur la détermination du montant de l'investissement supplémentaire et des coûts d'exploitation par la plateforme ZEP

Dans le domaine de la CSC, L'UE a pour objectif la création et l'exploitation de 10 à 12 installations d'ici à 2015, y compris un coût supplémentaire situé entre 7 milliards et 12 milliards d'euros (9,3 milliards d'euros selon Eurelectric). Une liste restreinte de projets doit être publiée à la mi-2010.

Le programme de financement prévu par la Commission européenne est le suivant :

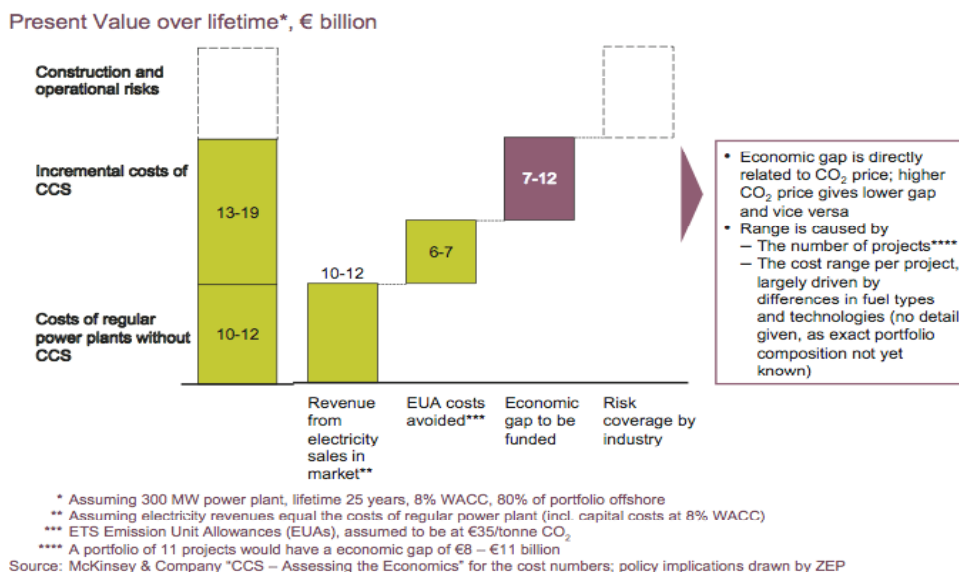
- La directive amendée relative au système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE) prévoit que les 300 allocations provenant de la réserve pour les nouveaux entrants ne seront disponibles que jusqu'à la fin 2015, mais ces allocations dépendront des prix du CO₂. Le 29 juin 2009, la Commission européenne a évalué à un maximum de 7 milliards d'euros les possibilités de financement des technologies de CSC dans le cadre du SCEQE. Entre-temps, les projets consacrés aux technologies des énergies renouvelables seraient financés à hauteur de 5 milliards d'euros.

- Un investissement pour un montant de 1 milliard d'euros sera par ailleurs alloué dans le cadre du Plan européen pour la relance économique (PERE).
- Des sociétés de production d'électricité devraient intervenir pour une proportion limitée (non encore définie) du financement (5 sociétés agréées, selon Eurelectric), dans le cadre d'un partenariat public-privé (PPP).

Il existe néanmoins certaines incertitudes quant au financement de ces projets pilotes de CSC, dans la mesure où les fonds provenant de la réserve pour les nouveaux entrants dans le cadre du SCEQE sont alloués aux projets de CSC et aux projets consacrés aux technologies des énergies renouvelables.

L'Union européenne doit encore élaborer et appliquer une politique industrielle volontaire et efficace consacrée à la mise en œuvre des solutions de CSC

Il est nécessaire de concevoir et de mettre en œuvre des instruments et mécanismes de l'ordre de la « gestion prévisionnelle des emplois et des compétences » consacrés à la chaîne de valeur des technologies du charbon liées à la CSC afin de faciliter la transition sociale et professionnelle.



Il convient par ailleurs d'établir un système de gouvernance destiné à élaborer et à mettre en œuvre les outils et mécanismes appropriés, notamment pour résoudre les problèmes résultant de l'évolution des lieux de travail et des compétences professionnelles liée à l'adaptation aux solutions de CSC, au moyen du dialogue social sectoriel et de fonds spéciaux au plan européen.

En effet, la plateforme ETP-ZEP ne tient pas compte des questions sociales et professionnelles. Elle vise à établir une vision commune autour de la définition d'un calendrier stratégique de recherche et d'un document de déploiement stratégique. La structure de gouvernance de la plateforme rassemble des représentants des pouvoirs publics, des associations professionnelles, des entreprises, des ONG, mais pas de représentants des syndicats européens concernés par l'intégration de la dimension sociale et professionnelle liée à la création et à l'exploitation de centrales à charbon équipées d'une installation de CSC dans l'UE.

Cette intégration de la dimension sociale et professionnelle suppose non seulement un nouveau système de gouvernance de la plateforme ETP-ZEP, mais aussi la mise à disposition d'un fonds consacré à la mise en œuvre des projets de CSC.

Les aspects préalables à la mise en œuvre de la CSC

Les trois études par pays, à savoir les exemples de l'Allemagne, de la Pologne et du Royaume-Uni, révèlent que le développement à grande échelle des projets de CSC doit satisfaire à certaines exigences au plan local.

Le cadre réglementaire

L'exploitation des installations de CSC doit s'inscrire dans un cadre réglementaire précis, notamment pour ce qui concerne le transport et le stockage. Une législation spécifique doit être adoptée pour permettre la mise en œuvre de la

CSC. Ces technologies doivent par conséquent bénéficier du soutien politique nécessaire.

Le Royaume-Uni est le pays le plus avancé en la matière, puisque la loi y a déjà été votée.

Le vote en Allemagne était prévu au printemps 2009, mais a finalement été reporté après les élections de septembre, suite aux nombreux désaccords entre les partis politiques.

La Pologne n'a pas encore mis en œuvre la directive européenne sur le stockage, et aucun calendrier précis n'a encore été défini. Les partis politiques n'ont pas adopté de position arrêtée, favorable ou opposée à la CSC.

Le financement des projets

Si l'UE participe au financement des projets comme décrit plus haut, le financement local, des producteurs d'électricité et/ou des gouvernements, sera nécessaire.

L'Allemagne et la Pologne attendent de l'UE une définition plus précise du financement disponible, tandis que le Royaume-Uni semble plus enclin à prendre des initiatives, en particulier l'adoption d'un mécanisme de prélèvement anticipé sur les factures d'électricité afin de financer ses projets pilotes.

L'opinion des partenaires et l'acceptation sociale

Les entreprises du secteur soutiennent activement la technologie, qui leur offre de nombreux débouchés. Les acteurs européens (comme Siemens ou Alstom) soutiennent les projets de l'UE, dans l'objectif de perfectionner la technologie et de l'exporter, en Chine, en Inde ou aux Etats-Unis.

Les producteurs d'électricité sont également favorables à la CSC car ils souhaitent maintenir le charbon dans leur bouquet énergétique, en raison de la sécurité de l'approvisionnement, de l'accessibilité et de leurs compétences en la matière.

Les syndicats au Royaume-Uni et en Allemagne soutiennent la CSC, dans le souci de préserver l'industrie charbonnière, de protéger des emplois

dans le secteur de la production d'électricité (les centrales à charbon emploient davantage de personnes que les centrales au gaz ou nucléaires) et parce que la mise en œuvre de cette technologie est de nature à offrir des emplois aux travailleurs nationaux.

Les syndicats polonais tiennent tout particulièrement à maintenir le charbon dans le bouquet énergétique, afin de protéger l'emploi, et sont préoccupés par une éventuelle réduction de la main-d'œuvre liée au respect des objectifs de l'UE.

Même si les partenaires sont dans l'ensemble largement favorables à la CSC, il est impossible d'envisager une mise en œuvre à grande échelle sans acceptation sociale. De ce point de vue, les trois pays accusent un réel retard par rapport aux objectifs de l'UE et semblent hésiter à organiser un réel débat public. Ne pas inclure l'opinion publique au débat risque d'éveiller une méfiance envers une technologie inconnue, avec pour conséquence une perte de l'initiative au profit des opposants.

2. Pologne

2.1. Situation de l'industrie charbonnière et du secteur de la production d'électricité

L'industrie du charbon : un secteur clé de l'économie polonaise

L'industrie du charbon est un secteur clé de l'économie polonaise. En effet, 95 % de la production nationale d'électricité dépend du charbon. La houille participe pour 58 % à la production totale d'électricité et le lignite pour 34 %. En 2008, la production nationale de charbon s'est élevée à 132 millions de tonnes (83,6 millions de tonnes de houille et 55 millions de tonnes de lignite). Contrairement au lignite, la production d'électricité n'absorbe que 54 % de la houille produite. L'industrie de la houille approvisionne également les entreprises de chauffage urbain et les industries à haute intensité énergétique. La production nationale couvre globalement la demande intérieure (baisse des exportations de 19,5 millions de tonnes en 2005 à 7 millions de tonnes en 2008) et garantit la sécurité énergétique nationale, ainsi que des prix de l'énergie inférieurs par comparaison aux pays qui

dépendent partiellement ou totalement des importations.

Le sous-secteur de l'exploitation de la houille : un besoin important d'investissements

Depuis le début des années 90, l'industrie de la houille a connu plusieurs processus de restructuration dans le cadre de son adaptation à l'économie de marché et afin de respecter les obligations liées à l'adhésion de la Pologne à l'UE. En 2003, la restructuration du secteur a entraîné la création de 4 entreprises publiques importantes. Le nombre de mines exploitées a été réduit de 70 à 31, et la production nationale de charbon est passée de 147,4 millions de tonnes à 84 millions de tonnes par an. La productivité a augmenté régulièrement, de 380 tonnes à 725 tonnes par personne et par an. Le niveau d'emploi est passé de 388 000 à 115 000 travailleurs (salaire moyen : environ 1 200 euros). L'objectif principal, la rentabilité, n'a toutefois pas été atteint. Par ailleurs, les programmes de restructuration ont essentiellement porté sur l'adaptation, au détriment des investissements dans les capacités de production.

Les réserves exploitables de houille en Pologne sont estimées à 3,7 milliards de tonnes, ce qui représente 30 à 40 ans d'exploitation à un niveau de production de 100 millions de tonnes par an. Cependant, la fermeture de 13 mines, prévue d'ici à 2030, devrait réduire d'un tiers les

Table 1 - Main polish hard coal producers (source: S.Partner)

1 € ≈ 4,15 zł	Annual production (mln t.)	Turnover (mln zł)*	Benefits (mln zł)	employment	Mines
Kompania Węglowa	46,8	10 514	24,7	65 100	16
Jastrzębska Spółka Węglowa	11,8	5 717	567,6	19 586	6
Katowicki Holding Węglowy	16-17	3 205	7,6	20 000	6
Południowy Koncern Węglowy	2	1 000	70	5 500	2

réserves exploitables (à 2,5 milliards de tonnes) et entraîner une réduction de la production. Afin de maintenir le niveau de production, il est nécessaire d'investir lourdement (environ 5 milliards d'euros jusqu'en 2015) pour ouvrir de nouvelles mines ou adapter les mines existantes. Les réserves inexploitées de houille sont évaluées à 5 milliards de tonnes (40 à 60 ans supplémentaires d'exploitation). Afin de financer ces investissements, le gouvernement prévoit de privatiser les entreprises du secteur (par des ventes d'actions sur les marchés financiers ou des négociations avec les sociétés de production d'électricité). Cette privatisation peut entraîner des processus de restructuration et par conséquent une réduction du niveau de l'emploi en vue d'accroître la rentabilité.

L'adoption du paquet énergie-climat risque également de réduire davantage le niveau de l'emploi dans ce sous-secteur. En effet, la part de la houille dans la production d'électricité devrait passer de 58 % à 35 % à l'horizon 2030. L'augmentation prévisible de l'efficacité des centrales électriques entraînera une baisse d'environ 28 % de la demande de houille utilisée pour la production d'énergie.

Le sous-secteur de l'exploitation du lignite

La situation du sous-secteur de l'exploitation du lignite est légèrement différente parce qu'il est en partie contrôlé par les sociétés de production d'électricité, dont les centrales sont situées à proximité des mines. Cette situation donne à l'exploitation du lignite un avantage concurrentiel par comparaison à l'exploitation de la houille. Les coûts de production de l'électricité à partir du lignite sont de 30 % inférieurs et les prix de l'électricité le sont de 40 %. Comme ce fut le cas pour l'exploitation de la houille, ce secteur a été restructuré. Les 5 sites d'extraction (10 mines) emploient actuellement 19 000 travailleurs (- 45 % comparé aux années 80). La part du lignite dans la production totale d'électricité en Pologne s'élève à 34 %. La capacité de production électrique installée se chiffre à 8 917 MW, dont la moitié provient de la plus grande centrale électrique en Europe : Elektrownia Bełchatów (4 360 MW), où une installation de capture et de stockage du CO₂ (CSC) est en cours de construction.

Table 2 - Employment in the lignite subsector (2007)

	KWB Adamów	KWB Bełchatów	KWB Konin	KWB Turów	Total
Employment	1853	8193	4688	4150	18884
Mines	3	2	4	1	10

Source: Akademia Górniczo Hutnicza

Table 3 - Major State-owned electricity producers (1 € ≈ 4,15 zł)

	Turnover (mln zł)	% of national electricity distribution	% of national electricity production	employment
PGE	34 000	29%	41%	39 000
Tauron SA	10 000	26%	17%	20 000
ENEA	9 000	15%	8%	10 000
ENERGA	5 700	15%	2%	8 600

Source: S Partner

Table 4 - Power plants to be closed until 2030 by type of fuel (in MW)

	2008-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030
Total	570/1702r	2898/4204	4125	2805	4527
Hard coal	330/222r	1825/444r	2785	2805	4527
Lignite	240/1480r	1073/3760r	1340	-	-

R = to be closed for heavy modernization. Source: Polish Ministry of Economy.

La situation actuelle du secteur de la production d'électricité

La production annuelle d'électricité s'élève à 159 TWh et la capacité installée est estimée à 34 GW (utilisation moyenne de 24 GW). Le chiffre annuel est de PLN 211,8 milliards, en progression de 65 % comparé à 2003, en raison principalement des hausses du prix des combustibles. En 2004, afin d'anticiper l'ouverture du marché de l'énergie, l'État polonais a restructuré les sociétés publiques de production d'électricité et placé 4 acteurs sur le marché de façon à leur donner les moyens de faire face à une concurrence accrue et à augmenter leur capacité d'investissement. Il s'agit de PGE, Tauron, ENEA et ENERGA. Les autres principaux acteurs du marché sont EDF (Elektrownia Rybnik), Vattenfall, Suez et RWE. Les parts de marché de ces sociétés demeurent néanmoins relativement faibles par comparaison aux sociétés polonaises de production d'électricité. Le secteur emploie 88 000 travailleurs, dont environ un tiers dans les centrales électriques.

Néanmoins, malgré une amélioration de la rentabilité des sociétés polonaises de production d'électricité au cours des dernières années (+ 275 %), les bénéfices restent faibles, et le secteur souffre d'un manque d'investissement. Les installations de production demeurent par conséquent fortement décapitalisées. Selon les prévisions, plus de 50 % des centrales électriques existantes devront être remplacées d'ici à 2020 (plus de 10 000 MW). Cette situation est essentiellement imputable aux réglementations des prix de l'énergie, qui empêchent les entreprises de réaliser suffisamment de bénéfices, qui pourraient être réinvestis dans de nouvelles capacités de production.

2.2. Évolution prévue de la structure de production d'électricité d'ici à 2030

Dans les années à venir, le secteur de la production d'électricité en Pologne sera confronté à plusieurs défis. Les anciennes centrales électriques devront être remplacées par de nouvelles installations. Il sera par ailleurs nécessaire de construire des centrales supplémentaires pour répondre aux prévisions de croissance de la demande d'électricité (+ 12,3 % d'ici à 2020 et + 44 % à l'horizon 2030). En outre, les obligations liées à l'adoption du paquet énergie-climat devront être respectées.

Une modification de la structure de la production d'énergie est par conséquent prévisible. Le gouvernement polonais prévoit de construire une centrale nucléaire d'ici à 2020 (3 x 1 600 MW) et d'augmenter la part des renouvelables, de 2,7 % à 18,8 % (dont une contribution de l'énergie éolienne à hauteur de 8,2 %). Il est également prévu de développer la cogénération, dont la part devrait passer de 16,2 % à 22 % (de 24,4 TWh à 49,7 TWh en 2030) grâce à l'exemption relative aux droits d'émission, aux aides publiques et aux incitations financières.

Les principaux acteurs du marché en Pologne ont adopté des stratégies différentes. PGE et EDF prévoient de recourir à l'énergie nucléaire tandis qu'Energa privilégie le développement des renouvelables. Si la part des différentes sources d'énergie dans la production d'électricité sera modifiée, les sociétés continueront néanmoins à produire de l'électricité à partir du charbon. Quant aux choix technologiques, une majorité d'acteurs prévoient de construire de nouvelles centrales électriques utilisant les technologies basées sur les cycles supercritiques et ultracritiques.

Table 5 - Expected electricity demand growth

	2007	2010	2015	2020	2025	2030
Electricity demand (TWh)	150,7	141	152,8	169,3	194,6	217,4

Source: Polish Ministry of Economy

Table 6 - Actual and expected energy production structure by fuel

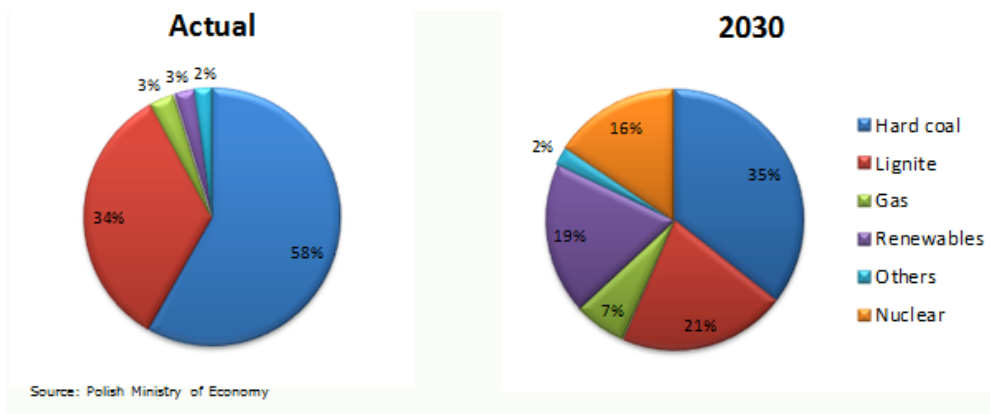


Table 7 - Expected technological evolutions in PKE's new coal fired power plants

	2009	2015	2020	2025
PP efficiency	35%	45%	50%	52%
Process Temp.	535 °c	650 °c	720 °c	780-800 °c
Pression	130b	290b	350b	350b

Source: PKE

Il n'est pas prévu que ces sociétés investissent dans des technologies comme le cycle combiné à gazéification intégrée (CCGI) ou l'oxyfuel. Les investissements et les coûts d'exploitation sont plus élevés. De plus, l'efficacité de ces types de centrales est encore trop faible. Enfin, l'absence de soutien financier de la part de l'État et les incertitudes quant aux incitations financières éventuelles de l'État ou de l'UE sont des éléments qui n'influencent pas positivement le choix des acteurs du marché dans ces domaines.

Qu'en est-il de la capture et du stockage du CO₂ (CSC) ?

Deux centrales de démonstration seront prochainement construites en Pologne : une centrale au lignite en exploitation selon des

paramètres supercritiques avec une installation de CSC sur le site d'Elektrownia Bełchatów (858 MW en post-combustion – 266 bar/554° C – efficacité nette = environ 42 % – capture annuelle de CO₂ : 2,1 millions de tonnes – coûts : € 1-3 milliards ; une centrale de démonstration énergie-carbochimie à Kłodzierzyn (PKE & ZAK, 250 MW pour la production d'électricité et 125 MW pour la production d'énergie thermique – coûts d'investissement = PLN 5,1 milliards). Les capacités de stockage géologiques en Pologne sont estimées à 3,8 milliards de tonnes (aquifères salins). Les sociétés de production d'électricité ne souhaitent toutefois pas investir dans de telles installations pour l'instant. Elles sont trop onéreuses (coûts : + 50-70 %) et réduisent l'efficacité des centrales électriques de 10 % à 12 % (cette proportion devrait être ramenée entre 4% et 5 % à

l'horizon 2020). Il convient par ailleurs de souligner les insuffisances du cadre législatif et des incitations financières, ainsi que les incertitudes quant à la viabilité économique de ces technologies.

2.3. Conséquences de l'évolution prévue de la structure de production d'électricité sur l'emploi dans les secteurs du charbon et de l'énergie

Conséquences sur l'emploi dans les centrales électriques en Pologne

Le secteur de la production d'énergie souffre actuellement d'un niveau de productivité très faible par comparaison aux pays d'Europe occidentale. Le secteur emploie 88 500 travailleurs (- 15,8 % comparé à 2003), qui se répartissent de la façon suivante : 31 544 travailleurs dans la production d'électricité ; 47 206 travailleurs dans la distribution et la commercialisation ; 8 574 travailleurs dans la transmission. Le salaire moyen s'élève à 950 euros. Cependant, l'âge moyen de ces travailleurs est de 48 ans. L'ancienneté dans ces sociétés se situe à 20 ans dans la plupart

des cas. Il ne s'agit par conséquent pas d'une main-d'œuvre flexible. En outre, la productivité (0,9 travailleur/MW) demeure faible par comparaison aux pays d'Europe occidentale, comme la France ou l'Allemagne (0,31 travailleur/MW).

Ceci est essentiellement imputable à une moindre externalisation de certaines fonctions (ex. le personnel administratif) et au faible degré d'automatisation des procédés de production par comparaison à la moyenne européenne. Le niveau de productivité peut par ailleurs varier largement d'une centrale électrique à l'autre.

La modernisation des centrales électriques en Pologne devrait entraîner une réduction de 50 % du niveau de l'emploi. En effet, d'après les entretiens réalisés au cours de cette étude et compte tenu des préférences technologiques, l'intensité de main-d'œuvre dans les centrales électriques polonaises rejoindra le niveau des pays d'Europe occidentale. L'amélioration de la productivité sera essentiellement liée à un degré plus élevé d'automatisation des procédés de production et à l'externalisation de plusieurs fonctions, comme la maintenance ou l'administration.

Cette amélioration de la productivité et l'évolution de la structure de production de l'énergie, qui se traduiront par un abandon partiel des centrales thermiques au profit des technologies à plus faible intensité de main-d'œuvre, comme le gaz et les renouvelables, devraient entraîner une réduction de 50 % du

Table 8 - total investment costs of chosen clean coal technologies (mln zł/2007)

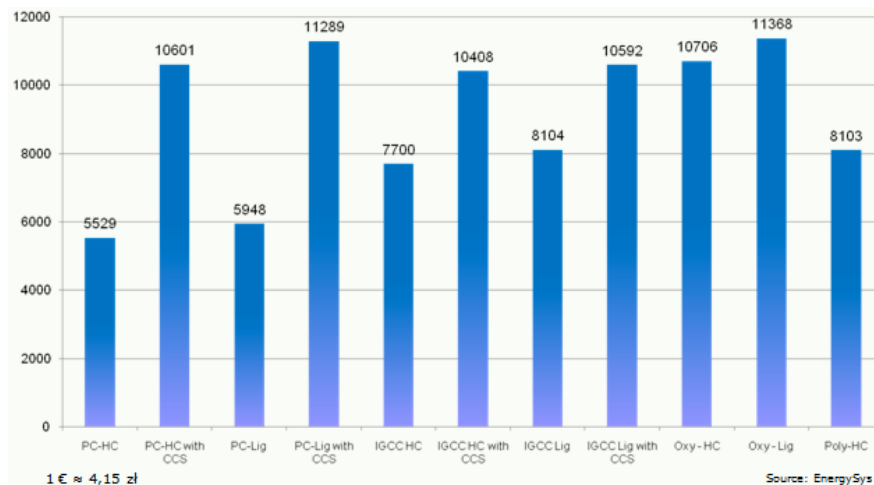


Table 9 - Employment structure in chosen Polish power plants in 2009

	Installed capacity (in MW)	Total number of workers	Labour intensity / MW	Production staff	Maintenance	Administrative staff
Elektrownia Rybnik (EDF)	1775	1022	0,58	506	276	240
Elektrownia Jaworzno III (PGE)	1465	1466	1	513	356	597
Elektrownia Ostrołęka	700	1021	1,46	-	-	-

Source: S Partner

Table 10 - expected labour intensity in Polish power plants in 2030

	Coal fired PP	Gas PP	Nuclear PP	hydro	Solar	Biomass	Wind power
Production	0,25	0,14	0,28	0,12	0,06	0,12	0,12
Maintenance	0,06	0,09	0,05	0,06	0,06	0,09	0,09
Total	0,31	0,23	0,34	0,18	0,12	0,21	0,21

Source: IEA

Table 11 - expected structure of employment in polish power plants in 2030

	Lignite PC/F	HC PC/F	HC - CHP	Gas - CHP	IGCC	Hydro	Nuclear	Local Gas PP	Wind power	Biomass - CHP	Biogas - CHP	Total
Production	2682	2637	1431	148	823	316	1361	33	1180	146	165	10925
Maintenance	697	685	372	103	266	153	264	25	787	110	124	3587
Total	3378	3322	1802	251	1089	469	1625	58	1967	256	290	14512

Source: S Partner

niveau de l'emploi dans les centrales électriques en Pologne, qui passera de 31 544 travailleurs à environ 14 000 (analyse basée sur les références de l'Agence internationale), dont plus de la moitié seront toujours employés dans les centrales à charbon.

Le degré plus important d'automatisation des procédés de production devrait élever le niveau de qualification des travailleurs.

Les conséquences prévisibles sur les emplois directs du secteur de l'énergie

La modernisation du secteur de l'énergie en Pologne devrait créer 579 115 emplois ETP d'ici à 2030, ce qui correspond à une moyenne annuelle de 23 165 ETP. Les centrales thermiques et nucléaires, ainsi que l'énergie éolienne, sont les secteurs à plus forte intensité de main-d'œuvre.

Les conséquences prévisibles sur les emplois indirects du secteur de l'énergie

En outre, 73 191 ETP devraient être créés indirectement dans le secteur de l'équipement d'ici à 2030, ce qui correspond à une moyenne annuelle de 2 928 ETP.

Les conséquences sur l'emploi dans les secteurs du charbon en Pologne

L'évolution de la structure de production de l'électricité et l'amélioration de l'efficacité des centrales électriques influenceront négativement la demande de charbon à des fins de production d'énergie. D'ici à 2030, la part de la houille dans la production d'électricité passera de 58 % à 35 %. La capacité de production installée sera réduite, de 20,7 GW à 18,7 GW (-10 %). La part du lignite diminuera également, de 34 % à 21 % (de 8,9 GW à 10,8 GW). Cette évolution de la structure de production

d'électricité et l'amélioration prévisible de l'efficacité des centrales électriques réduiront les parts de la houille et du lignite dans la production d'électricité et de chaleur de 27 % et de 23 % respectivement.

Ces facteurs auront pour conséquence directe une réduction proportionnelle du niveau de l'emploi. D'ici à 2030, les pertes d'emploi dans les sous-secteurs de la houille et du lignite sont estimées à 22 000 et à 4 000 respectivement.

Table 12 - Expected direct impact over employment of the modernization of the energy sector by 2030

	thermal	ccs	HC - CHP	Natural Gas - CHP	IGCC	Hydro	Nuclear	Local Gas PP	Wind power	Biomass - CHP	Biogas - CHP	Solar	total
Mechanical equipments	10244	1587	895	189	4144	169	7104	567	11387	2434	2746	228	41694
Electric equipments	3635	575	317	69	1501	62	2544	203	4078	871	983	82	14920
Steel industry	1652	257	144	31	672	27	1104	92	1847	394	444	37	6701
Non ferrous	661	94	58	12	246	11	432	33	692	143	162	14	2559
Mill industry	551	77	48	8	202	9	336	28	539	119	135	12	2062
Chemicals	1212	197	106	23	515	21	864	70	1385	298	337	28	5055
Total Indirect jobs	17954	278	1568	336	7280	298	12480	992	20004	4271	4819	400	73191

Source: S.Partner

Table 13 - Expected indirect impact over employment of the modernization of the energy sector by 2030

	Coal fired PP	HC - CHP	Natural Gas - CHP	IGCC	Hydro	Nuclear	Local Gas PP	Wind power	Biomass - CHP	Biogas - CHP	Solar	total
Civil engineering	35956	2742	587	12790	5228	34272	2538	29279	7158	8076	0	138 626
engineering	31411	2395	513	11155	1014	31872	592	17004	3579	4038	309	103 883
Equipments	71025	5419	1158	25245	1033	43248	5513	69323	14316	16152	1385	253 817
Assembling	25104	1915	409	8915	1216	19104	1771	13618	4772	5384	387	82 595
Total	163636	12506	2671	58106	8489	128496	10397	129259	29825	33650	2081	579 115
Yearly average	6545	500	107	2324	340	5140	416	5170	1193	1346	83	23165

Source: S.Partner

Il convient néanmoins de souligner que les pertes d'emploi risquent d'être beaucoup plus importantes dans les années à venir en raison des programmes de restructuration probables dans les sociétés minières polonaises. Notamment dans le secteur de la houille, dont la productivité du travail est la plus

faible d'Europe (0,3 kt/travailleur). La privatisation prévue de ce sous-secteur devrait par conséquent provoquer des pertes d'emploi. Le sous-secteur du lignite, déjà privatisé, se trouve dans une situation plus favorable (0,65 kt/travailleur).

Demand for hard coal and lignite in electricity and heat production in Polish PP & CHPs by 2030 (in Ktoe)

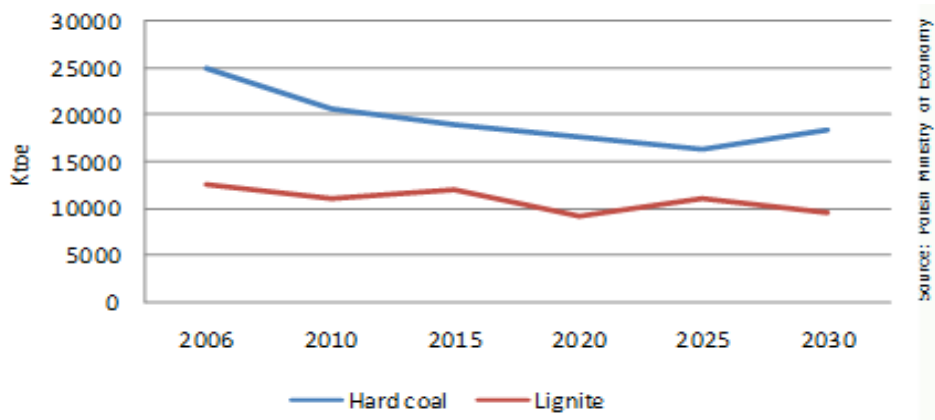


Table 14 - Expected evolution of employment in the hard coal and lignite subsectors

	2006	2010	2015	2020	2025	2030
Hard coal	81650	67266	61511	57686	53145	59669
Lignite	19000	16835	18270	14065	16841	14595

Source : S.Partner

Table 15 - Compared labour intensity in energetic coal extraction

	Polish hard coal subsector	Polish lignite subsector	European average	European average without Poland
Ktoe / worker	0,30	0,66	0,96	1,31

Source : S.Partner

Conséquences sur les prix de l'électricité et les émissions de GES

Table 16 -Expected evolution of electricity prices (for 60€ /CO2)

	2006	2010	2015	2020	2025	2030
Industry	233,5	300,9	364,4	474,2	485,4	483,3
Households	344,5	422,7	490,9	605,1	615,1	611,5

1 € = 4,15 zł

Source: Polish ministry of economy

Table 17 -Expected GHG emissions of electricity and heat producers in Poland until 2030

	2006	2010	2015	2020	2025	2030
CO ₂ (mint.)	164,1	145,4	143,8	123,5	128,1	130,5
SO ₂ (th. t.)	786,1	390	303	217,8	205,6	205,9
NOx (th. t.)	281,2	234,7	301,8	151,6	150,6	148,5
Dust (th. t.)	47	37	32,8	27,8	24	22,1

Source: Polish ministry of economy

2.4. Conclusion

Les conséquences sur l'emploi

La construction et la modernisation de centrales à charbon utilisant la technologie des cycles supercritiques aura des conséquences négatives sur l'emploi dans les centrales à charbon en raison d'un degré plus élevé d'automatisation des procédés et d'externalisation. En outre, la Pologne compte privilégier des sources d'énergie à moindre intensité de main-d'œuvre au détriment des centrales à charbon. En conséquence, le nombre total de travailleurs employés dans les centrales électriques devrait passer de 31 000 à 14 000. En raison de la baisse de la demande de charbon, les sous-secteurs de la houille et du lignite extraits à des fins de production d'énergie devraient enregistrer une perte de 22 000 et de 4 000 emplois respectivement. En conséquence, des pertes

d'emploi supplémentaires sont à prévoir dans le secteur de l'équipement minier.

Comme une proportion importante des centrales électriques polonaises sera remplacée d'ici à 2030, ces pertes d'emploi devraient être compensées par la création d'emplois directs et indirects dans les secteurs de la construction et de l'équipement. Nous estimons, dans le cadre de cette étude, que les nouveaux emplois directs et indirects devraient s'élever à 23 100 et à 2 900 ETP par an jusqu'en 2030 respectivement. Une partie de ces emplois seront créés en Pologne (dans le génie civil, l'ingénierie et le montage). La situation est différente pour le secteur de l'équipement et les emplois indirects. Le lieu où ces emplois seront créés dépendra de la capacité du gouvernement polonais à adopter les mesures d'incitation appropriées, par l'intermédiaire de la législation et de mécanismes financiers. En l'absence d'une politique industrielle volontaire dans ce domaine, la Pologne pourrait ne pas profiter des possibilités offertes par la modernisation du secteur de la production d'électricité. Enfin, la construction d'installations de CSC ne devrait pas avoir de conséquences notables sur l'emploi dans les centrales à charbon. Nous pouvons par conséquent conclure que les mutations directement liées à la modernisation du secteur de l'énergie suite à la mise en œuvre des dispositions du paquet énergie-climat peuvent avoir une influence positive ou négative sur le niveau de l'emploi en fonction de la volonté politique des gouvernements polonais à l'avenir.

Enfin, cette étude ne tient pas compte des éventuelles pertes d'emploi qui résulteront de l'influence négative sur la croissance du PIB de la hausse prévisible des prix de l'électricité, directement liée aux coûts d'investissement et à la mise en place du SCEQE.

Position des acteurs sociaux

Les entretiens réalisés auprès de représentants syndicaux des sociétés de production d'électricité points qui méritent d'être soulignés. Aucun d'entre eux n'a une vision claire de l'avenir du

secteur de l'énergie en Pologne. Ils n'ont en outre pas conscience de l'importance des mutations liées à la modernisation du secteur de l'énergie et/ou à la mise en œuvre des dispositions du paquet-énergie climat adopté par l'UE. Cependant, lorsqu'est abordée la question des pertes d'emploi, nos interlocuteurs ont souligné l'importance d'une transition souple liée à la proximité de l'âge de la retraite pour nombre de travailleurs (l'âge moyen des travailleurs employés dans les centrales électriques polonaises est de 48 ans).

Position de Solidarność

Selon K. Grajcarek, responsable de la section Mines et Énergie de Solidarność, les travailleurs polonais vont payer le prix fort de la mise en œuvre du paquet énergie-climat. Il considère qu'il appartient à l'Union européenne de garantir la souplesse de la mise en œuvre du paquet énergie-climat. Ceci devrait être possible par la mise en place d'un programme de mise en œuvre du paquet énergie-climat (y compris une feuille de route du financement de la transition sociale) faisant intervenir la Commission européenne (ou le Conseil européen), les représentants des employeurs et les syndicats sectoriels (méthode descendante). Dans ce contexte, la première priorité des syndicats européens consiste à obtenir des garanties quant à la création d'un nombre suffisant d'emplois. Dans le cadre de la préparation de ces négociations, les syndicats doivent néanmoins acquérir une connaissance plus précise des conséquences de la mise en œuvre du paquet énergie-climat. À cet égard, il serait utile de mener une étude plus large, portant sur l'ensemble des secteurs à forte intensité d'émission de CO₂.

Les doutes éventuels quant à la réalité des prévisions des parts du nucléaire et des renouvelables dans la structure de la production d'électricité

D'après les entretiens avec les acteurs du marché, ces sources d'énergie pourraient avoir une portée inférieure aux prévisions. La part des renouvelables risque de ne représenter guère plus de 10 % et la construction de trois réacteurs nucléaires pourrait être reportée. Si la part des renouvelables et du nucléaire est inférieure aux prévisions du gouvernement polonais, la part du charbon dans la production d'électricité ne sera pas diminuée conformément aux prévisions. Les derniers développements dans le secteur de l'énergie donnent à penser que la part de l'éolien dans la structure de la production d'électricité à partir de sources renouvelables pourrait être inférieure aux chiffres mentionnés dans cette étude. Et la part du biogaz et de la biomasse pourrait au contraire être plus importante. Toutefois, ces incertitudes ne devraient pas modifier substantiellement les résultats de cette étude. Enfin, les auteurs souhaitent mettre en évidence le risque croissant de fuite de carbone. En juillet 2009, le gouvernement russe a annoncé la construction d'une centrale nucléaire à Kaliningrad (2 000 MW) d'ici à 2015, afin d'approvisionner la Pologne, la Lituanie et la Lettonie en énergie à moindre coût (hors SCEQE). Les conséquences d'éventuelles fuites de carbone n'ont pas été prises en considération dans cette étude.

3. Le Royaume-Uni

3.1. Le charbon dans le bouquet énergétique du Royaume-Uni

La production de charbon a été réduite, mais pourrait se stabiliser

La production nationale de charbon a été fortement réduite au cours des dix dernières années, avec une production divisée par 2 (de 41 millions de tonnes à 18 millions de tonnes par an) et des importations multipliées par 2,5 (de 21 millions de tonnes à 50 millions de tonnes par an). L'approvisionnement dépend par conséquent des importations, en provenance de Russie, pour 46 % (un volume multiplié par cinq depuis 2001), d'Afrique du Sud, d'Australie, de Colombie et des États-Unis.

Les représentants de l'industrie du charbon affirment néanmoins que la base de réserves de charbon au Royaume-Uni peut maintenir une

production annuelle de 20 millions de tonnes à des prix compétitifs sur le marché mondial. Le TUC soutient cet objectif.

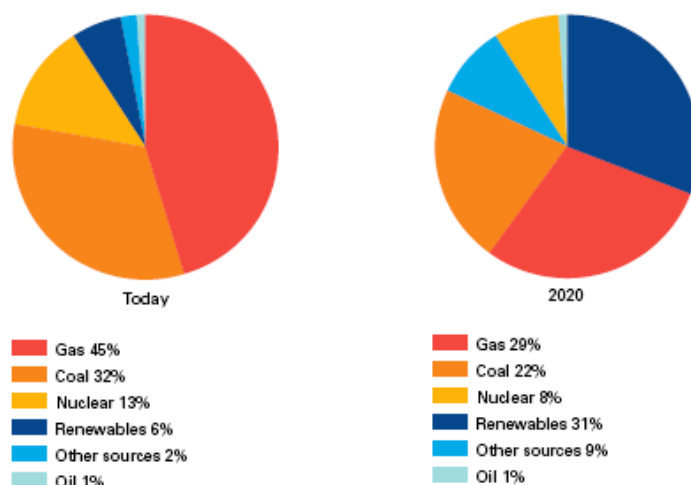
Il est probable que la consommation diminue à l'avenir, compte tenu de la proportion importante destinée à la production d'électricité et de la réduction prévue de la part du charbon dans le bouquet énergétique (voir ci-dessous). La part de la production nationale dans la consommation pourrait dès lors augmenter et renforcer la sécurité de l'approvisionnement.

Le secteur de la production du charbon emploie environ 6 000 personnes au Royaume-Uni.

La production d'électricité au Royaume-Uni repose actuellement sur le charbon à hauteur de 32 %, après le gaz, qui est la source d'énergie la plus importante et compte pour 45 %. Le nucléaire représente 13 % de la production d'électricité, tandis que la part des renouvelables ne s'élève qu'à 6 %, malgré une croissance rapide.

Le plan de transition vise à produire 31 % de l'électricité à partir de renouvelables en 2020,

La part du charbon dans la production d'électricité au Royaume-Uni s'élève actuellement à 32 % et devrait se situer à 22 % en 2020



Source : Plan de transition du Royaume-Uni, ministère de l'Énergie et du Changement climatique

principalement l'énergie éolienne. Cet objectif est la transcription de l'objectif contraignant adopté par l'UE, selon lequel la consommation d'énergie finale doit provenir à hauteur de 15 % de sources d'énergie renouvelable. C'est pourquoi le gouvernement britannique a imposé aux producteurs d'électricité une part minimale de renouvelables dans leur bouquet énergétique. Cette obligation ne porte que sur les renouvelables, les autres combustibles ne sont soumis à aucune contrainte.

La part du charbon dans la production d'électricité devrait être réduite pour s'établir à 22 % en 2020. Les centrales les plus anciennes seront fermées à partir de 2016. À plus long terme, étant donné l'ancienneté des centrales à charbon au Royaume-Uni (construites dans les années 60 et 70), elles devraient toutes être fermées (ou rééquipées) à l'horizon 2025.

La position du gouvernement sur le charbon

Le gouvernement britannique considère que le charbon constitue un élément important de la sécurité de l'approvisionnement énergétique du pays. Le Royaume-Uni demeure un producteur de charbon dont l'objectif est de stabiliser la production et de garantir la sécurité des importations à partir de pays sûrs.

Le recul prévu de la production des gisements de gaz de la mer du Nord dans les 20 prochaines années menace la sécurité énergétique nationale dans la mesure où il ne peut être compensé que par des importations en provenance de Russie ou du Moyen-Orient.

Le gouvernement souhaite conserver un bouquet énergétique équilibré pour la production d'électricité, étant donné que le développement

intensif du nucléaire (comme en France) n'est pas à l'ordre du jour et que les renouvelables ont un rythme de développement limité (les sources d'énergie renouvelable ne seront pas en mesure d'assurer la production totale d'électricité en 2020, en 2030, voire en 2050). Elles requièrent par ailleurs d'être appuyées par d'autres sources en raison de leur intermittence. Le charbon constitue par ailleurs un élément important en termes d'accessibilité de l'énergie.

Toutefois, les centrales au charbon conventionnelles au Royaume-Uni sont en moyenne responsables de l'émission de 940 kg de CO₂ / MWh et de 750 kg de CO₂ / MWh dans le cas des centrales supercritiques (les centrales au gaz conventionnelles émettent 400 kg de CO₂ / MWh et les nouvelles centrales à turbine à gaz à cycle combiné [TGCC] produisent environ 350 kg de CO₂ / MWh). La cogénération à partir de la biomasse ne pourrait réduire ces volumes que de 10 % à 15 %, ce qui reste inacceptable.

Le charbon devrait jouer un rôle de premier plan en matière de sécurité énergétique et d'accessibilité, mais la poursuite du mode d'utilisation du charbon ne peut être acceptée par le gouvernement britannique au regard de l'objectif de réduction de 80 % des émissions. Si la CSC ne remplit pas ses promesses, l'utilisation du charbon devra être abandonnée avant 2030. Il convient néanmoins de noter que le gaz ne peut être considéré comme une solution de substitution, s'agissant d'un combustible à fortes émissions de CO₂, même si le niveau de ces émissions est inférieur à celui du charbon.

3.2. Les technologies bas carbone au premier plan de la politique industrielle du Royaume-Uni

Il sera nécessaire d'investir lourdement pour garantir la sécurité de l'approvisionnement énergétique dans les années à venir

Le bouquet énergétique de la production d'électricité au Royaume-Uni subira les conséquences d'une perte de 20 GW de la capacité de production (sur un total de 78 GW) :

- 7 centrales nucléaires, qui arriveront au terme de leur permis d'exploitation, devront être fermées avant 2018 ;
- 6 centrales au charbon seront fermées avant 2016 en application de la législation européenne relative aux émissions de SO₂ et de NO_x.

La mise en œuvre des technologies de l'énergie renouvelable implique l'appui d'une capacité élevée à partir de combustibles fossiles (en raison de leur disponibilité intermittente sur le réseau).

Une capacité supplémentaire de 20 GW est déjà en cours de construction (10GW) ou de planification avec autorisation de connexion au réseau (10,5 GW), dont 13,7 GW proviennent du gaz et 3,5 GW de l'énergie éolienne. Aucune construction de centrale nucléaire n'est prévue à ce stade, même si une relance de cette technologie est encouragée, notamment par les acteurs concernés comme EDF ou E.ON.

Avec 7,5 GW supplémentaires en demande d'agrément, la prochaine décennie devrait fournir une capacité suffisante même si une récession

mondiale venait modifier ce scénario : d'une part, la demande d'électricité au Royaume-Uni a fortement chuté en 2008 ; d'autre part, certains plans d'investissement pourraient être reportés ou annulés par manque de financement.

Ces projets exigeront néanmoins un financement important et une main-d'œuvre disponible.

Le plan de transition du Royaume-Uni vers une économie bas carbone constitue un cadre politique adéquat pour le développement des technologies bas carbone

La loi sur l'Énergie, votée au Parlement en 2009, qui représente la transposition de la directive européenne, ouvre la voie à la mise en œuvre de la capture, du transport et du stockage du CO₂. Le gouvernement britannique a publié en juillet 2009 le « UK Low Carbon transition Plan », qui présente la stratégie nationale pour le climat et l'énergie. Les objectifs de ce plan de transition sont particulièrement ambitieux :

- objectif contraignant de réduction de 80 % des émissions à l'horizon 2050 ;
- la production totale d'électricité au Royaume-Uni doit être « décarbonisée » d'ici à 2030, par l'intermédiaire des renouvelables, du nucléaire, de l'efficacité énergétique et de la CSC pour le charbon et le gaz ;
- la production d'électricité devra provenir de sources « zéro émissions » à hauteur de 40 % d'ici à 2020 : renouvelables ou nucléaire.
- D'autres objectifs portent sur les véhicules et les logements à faibles émissions de carbone (chauffage des logements et efficacité énergétique).

Les efforts de réduction des émissions de CO₂ doivent également se traduire par une part croissante de l'électricité dans le chauffage des logements et les transports, ce qui rendra d'autant plus importante la « décarbonisation »

de la production d'électricité. Ceci augmentera la demande d'électricité et, par là même, la consommation de combustibles fossiles, les renouvelables n'étant pas en mesure de répondre à l'ensemble des besoins.

Une décarbonisation totale de la production d'électricité d'ici à 2030 est impossible sans le recours aux technologies de CSC, dans les centrales à charbon, mais aussi, dans un deuxième temps, dans les centrales au pétrole et au gaz.

Les objectifs du Royaume-Uni en matière de CSC

Le gouvernement britannique a décidé en 2007 de lancer un concours pour la construction d'une installation de démonstration de CSC (post-combustion). Ce concours avait deux objectifs principaux : faire la démonstration de la chaîne complète de technologies de CSC destinée à une utilisation commerciale et de ses possibilités de commercialisation sur les principaux marchés mondiaux et de ses débouchés pour l'industrie britannique.

En 2009, il a été décidé de porter au nombre de 4 les projets de démonstration (toujours pour les centrales à charbon) à l'échelle commerciale : minimum de 300 MW CSC et stockage d'un minimum de 20 millions de tonnes sur une période située entre 10 et 15 ans. Ceci a permis d'éprouver différentes technologies, l'une étant l'oxyfuel et l'autre le cycle combiné à gazéification intégrée (CCGI).

L'objectif était de disposer d'installations de démonstration en activité entre 2014 et 2018. Le Comité consultatif national sur les technologies de réduction des émissions de CO₂ (ACCAT) considère que si ces quatre projets étaient menés à terme, 10 % des capacités de production d'électricité au Royaume-Uni en 2020 (environ 40 TWh) seraient délivrés par des centrales à charbon équipées d'une installation de CSC.

Le financement de ces installations de démonstration sera assuré par un prélèvement sur les fournitures d'électricité. Ceci sera susceptible d'augmenter de 2 % le prix de l'électricité (moins en cas de financement partiel par l'UE), en plus d'une augmentation antérieure de 15 %, principalement en raison du prix plus élevé des renouvelables que des combustibles fossiles. Ce mécanisme a été préféré à une obligation (comme c'est le cas pour les renouvelables). L'ajustement est en effet difficile en raison des inconnues liées à la durée nécessaire à la mise en place des technologies. Par ailleurs, les acteurs sont trop peu nombreux pour créer un marché de certificats.

Le budget 2009 a marqué la première étape du financement des projets avec une enveloppe de 90 millions de livres sterling destinée à financer les travaux de conception et de mise en œuvre (études FEED). Ces études devront permettre de déterminer avec davantage de précision les coûts et de garantir le début des travaux de construction dès que possible. Outre les installations de démonstration, le Royaume-Uni devrait disposer :

- d'une nouvelle centrale au charbon destinée à faire la démonstration de la CSC pour une partie définie de sa capacité (le reste de la capacité étant adaptée à la capture du CO₂) ;
- de nouvelles centrales à charbon destinées à être équipées d'une installation de CSC pour leur pleine capacité dans une période de 5 ans au cours de laquelle la CSC sera « techniquement et économiquement évaluée en toute indépendance » à l'horizon 2020. L'organe indépendant proposé pour assumer cette mission est l'Agence de l'environnement (organe public non ministériel chargé de la protection et de l'amélioration de l'environnement en Angleterre et dans le Pays de Galles).

³⁴ On entend par adaptation à la capture de CO₂ un espace suffisant disponible sur le site, une zone adaptée de stockage, y compris une évaluation des possibilités de transport entre l'installation et le lieu de stockage.

Le TUC est favorable à la mise en place de ces quatre installations de démonstration, mais souhaiterait que ces essais se fassent en grandeur nature, afin que ces installations produisent 6,4 GW d'électricité propre.

3.3. Le Royaume-Uni ambitionne de se situer au premier plan des technologies de CSC

Le Royaume-Uni a des avantages considérables pour la mise en œuvre des technologies de CSC

Les chefs d'entreprise et le gouvernement rappellent que des compétences spécifiques acquises dans l'extraction du charbon, les centrales à charbon, les équipements de capture, de transport et de stockage, voire en matière financière et de conseil juridique sont applicables à l'ensemble de la chaîne de CSC.

Le gouvernement souhaite que le Royaume-Uni et les concepteurs de ces projets prennent de l'avance et occupent une position de leader grâce à la mise en marche de ces quatre installations de démonstration.

La fin de l'exploitation des gisements de pétrole et de gaz prévue en mer du Nord constitue une circonstance opportune de renforcement des compétences en matière de transport et de stockage de CO₂. La CSC pourrait absorber une partie de ces emplois qui, autrement, seraient transférés à d'autres zones d'exploitation en mer. Mais l'organisation de la transition ne sera pas simple, en raison des écarts de calendriers.

Les aspects liés au transport

Le transport du CO₂ par pipeline ne pose pas de défis technologiques particuliers, s'agissant

d'une technique utilisée depuis 20 ans aux États-Unis ou plus récemment en Europe (projet Sleipner).

Le transport nécessitera probablement la construction d'un réseau spécifique. Les pipelines existant ne seront sans doute pas disponibles ou proprement adaptés au transport du CO₂ (notamment en termes de pression). La création de ce réseau nécessitera le soutien du gouvernement, tant pour des raisons d'ordre financier que réglementaire.

Le gouvernement encouragera les clusters de différents émetteurs afin de partager le réseau de transport, en tenant compte, dans un deuxième temps, de la mise en place d'installations de CSC dans les centrales à gaz et dans les sites de production des secteurs à fortes émissions (sidérurgie, ciment, papier, raffinage, chimie, etc.). Dans la vallée de l'Aire, le projet de Yorkshire Forward comprend un cluster de 13 émetteurs importants (charbon, acier et chimie) qui vise à construire un pipeline à haute pression autour de la vallée afin de transporter et de stocker le CO₂ dans les gisements taris de la mer du Nord.

Dans le cadre du projet Kingsnorth, E.ON prévoit de construire un pipeline de très grandes dimensions (plus important que ne l'exige la seule centrale électrique), dans la perspective d'un futur cluster.

Les aspects liés au stockage

Les gisements taris de la mer du Nord et les aquifères salins offrent un potentiel énorme. British Geological Survey a évalué la capacité théorique de stockage à 24,7 milliards de tonnes de CO₂ dans 22 sites :

- › gisements de gaz et de condensés gaziers : 6 milliards de tonnes (75 gisements) ;
- › gisements de pétrole : 4,2 milliards de tonnes (74 gisements) ;
- › aquifères salins : 14,5 milliards de tonnes (32 sites).

Cette capacité théorique est hautement hypothétique. Les aquifères salins sont mal connus (ils n'ont pas été étudiés parce qu'ils ne présentaient pas d'intérêt économique) et les gisements taris de gaz et de pétrole ne peuvent être utilisés à une capacité maximale, afin d'éviter certains risques. Néanmoins, selon l'ACCAT, cette étude permet de penser qu'il sera possible de disposer d'une capacité de stockage suffisante pour réduire les émissions de CO₂ au Royaume-Uni à hauteur de 20 % pendant 50 ans, ce qui correspond à une capacité de stockage de 5 milliards de tonnes.

La disponibilité de sites de stockage sous-marins plutôt que sur terre contribuera à faciliter l'acceptation sociale (aucune inquiétude par rapport à d'éventuelles fuites).

Estimation des coûts des technologies de CSC

Nos interlocuteurs ont été particulièrement prudents quant à l'estimation des coûts, ces technologies n'ayant jamais été expérimentées à l'échelle commerciale.

Pour les projets pilotes (jusqu'en 2015), la plupart des acteurs se réfèrent à l'étude de McKinsey « Pathways to a Low-Carbon Economy », qui situe les coûts entre 60 euros et 90 euros par tonne de CO₂.

Au stade du développement industriel (entre 2020 et 2030), l'évaluation des coûts se situe à environ 40 euros/tonne de CO₂, avec une moyenne de 50 euros/tonne de CO₂ pour Doosan Babcock.

Ces estimations rapprochent cette technologie de la viabilité économique (en fonction, bien entendu, de l'évolution des prix du CO₂)

Les investissements en équipements de post-combustion devraient représenter la moitié des coûts d'une centrale au charbon conventionnelle, ce qui signifie que les installations de CSC comptent pour un tiers du coût total.

Les investissements et les coûts d'exploitation supplémentaires représentent un volume de financement important, mais il peut être utile de rappeler que le charbon associé à la CSC est moins onéreux que l'éolien en mer.

Les conséquences sur l'emploi

La CSC offre un énorme potentiel d'emploi

La CSC emploie actuellement très peu de personnes, dans les seuls projets de R&D, dans le cadre de la phase expérimentale (ex. environ 50 personnes employées par Doosan Babcock).

Syndex a mis au point un modèle de calcul pour évaluer les conséquences des technologies à faibles émissions de CO₂ sur l'industrie (méthodologie décrite dans l'étude sur la Pologne). Ces estimations se fondent sur le plan de transition du Royaume-Uni vers une économie à faible émission de CO₂, publié en juillet.

Directs FTE average/year (thousands)

	2010-2020	2020-2030
Coal CCS	8 136	17 290
Oil	0	0
Nuclear	5 814	12 660
Gas	3 900	9 103
RES	36,929	11,940
Total	54 779	50 993

Source : Syndex

Nos estimations tablent sur la création d'environ 55 000 emplois directs par an pour la période 2010-2020, principalement dans les renouvelables. Au cours de la période 2020-2030, les estimations du nombre d'emplois directs s'élèvent à 51 000 par an.

Quant à la construction des 4 installations de démonstration, prévue par le gouvernement, elle devrait créer 1780 emplois directs au cours de la première phase. Le développement à grande échelle, après 2020, devrait se traduire par la création d'environ 24 000 emplois au cours de la période 2020-2030.

L'option d'une mise en œuvre accélérée, soutenue par le TUC, les ONG et l'industrie, avec quatre centrales en dimension réelle (pour une production de 6,4 GW) porterait le nombre d'emplois de 8 136 ETP entre 2010 et 2020 à 17 290 entre 2020 et 2030.

Selon une étude du groupe AEA pour le ministère britannique de l'Énergie et du Changement climatique (DECC), les technologies du charbon à faibles émissions de CO₂ pourraient représenter un marché potentiel de 2 millions à 4 millions de livres sterling à l'horizon 2030 et soutenir entre 30 000 et 60 000 emplois, à parts égales entre les technologies de CSC et d'autres technologies du charbon propre (équipements et mises à niveau). Cette estimation se fonde sur les perspectives de l'AIE relatives à la mise en œuvre des technologies du charbon propre dans le monde, dans l'hypothèse d'une présence des opérateurs britanniques à hauteur de 35 % sur le marché national et de 3 % à l'échelle mondiale. Compte tenu de la taille des différents marchés, l'essentiel de la valeur serait créé à l'étranger, le marché britannique ne représentant que 17 % du total.

FTE by sectors (thousands)

	2010-2020	2020-2030
Civil engineering	24 454	22 864
Engineering	4 885	4 187
Equipments	8 949	7 350
Assembly	16 491	16 592
Total	54 779	50 993

Source : Syndex

Le génie civil et le montage sont les secteurs les plus créateurs d'emploi au Royaume-Uni, le potentiel d'emploi concernant essentiellement la construction ou le rééquipement des centrales (ex. Kingsnorth : la construction d'une installation de CSC permettra de créer 2 000 emplois ETP pendant 2 ans, selon Doosan Babcock).

Quant au secteur de la production d'électricité, selon les entretiens que nous avons réalisés, l'exploitation et la maintenance des installations

de CSC pourrait augmenter de 20 % la main-d'œuvre dans les centrales électriques.

Le potentiel d'emploi lié au transport et au stockage dépendra des dimensions du réseau à mettre en place et du calendrier de construction (la plupart des emplois seront liés à la construction de ce réseau ; les activités de surveillance n'impliquent pas un volume de travail intense). Dans l'exemple du projet de construction du pipeline de Yorkshire Forward, la phase de construction devrait créer une valeur ajoutée de 1,8 milliard de livres sterling, ce qui correspond à 55 000 emplois ; l'exploitation quant à elle devrait produire une valeur ajoutée de 126 millions de livres sterling et soutenir 2 400 emplois par an.

Comme l'expose la stratégie industrielle à faible émission de CO₂, cinq régions sont en mesure d'accueillir les projets de CSC (le Humber, le Teesside, le Thames Gateway [l'estuaire de la Tamise], le Firth of Forth et le Merseyside). Le potentiel d'emploi d'un pipeline de transport du CO₂ pourrait se situer entre 200 000 et 250 000 emplois dans la construction (ce qui pourrait représenter une moyenne de 20 000 à 25 000 emplois par an dans l'hypothèse où dix années seront nécessaires à la construction de l'ensemble des réseaux) et s'élever à 10 000 emplois par an pour l'exploitation.

Les conséquences sur l'économie britannique seront importantes, d'autant plus que de nombreux secteurs seront associés à la mise en œuvre de la CSC :

- les opérateurs de centrales électriques ;
- les opérateurs de grandes installations de combustion (sidérurgie, ciment, raffineries, etc.) ;
- les fabricants de l'équipement d'origine ;
- les sociétés et consultants d'ingénierie des procédés ;
- les sociétés de développement de projets ;
- les compagnies pétrolières et gazières ;
- les sociétés et consultants de services pétroliers (géologie, offshore) ;
- les constructeurs de pipelines ;

- les sociétés de distribution de gaz et d'électricité ;
- les banques, conseillers financiers et juridiques.

... mais un écart de compétences pourrait ralentir la mise en œuvre

Le secteur de l'énergie au Royaume-Uni sera confronté à d'importants défis dans les années à venir :

- fermeture des anciennes centrales à charbon et rééquipement ;
- mise en œuvre à grande échelle des technologies des énergies renouvelables (éolien en mer) ;
- démantèlement des anciennes centrales nucléaires d'ici à 2018 et construction de centrales nucléaires de nouvelle génération ;
- rénovation du réseau et adaptation aux nouvelles productions décentralisées ;
- efficacité énergétique.

Un grand nombre de travailleurs et diverses compétences seront nécessaires pour relever ces défis, dont un certain nombre d'obstacles inhérents à ce type de situation.

Même si chaque type de production d'électricité fait appel à des compétences spécifiques, de nombreux emplois sont identiques : R&D, ingénieurs, chefs de projets, ce qui pourrait provoquer une concurrence entre les différentes technologies. Les sociétés pourraient éprouver des difficultés à recruter ou à former le personnel nécessaire.

Dans ce cas, l'ensemble des technologies serait confronté à un ralentissement des activités, ce qui pourrait avoir des conséquences dommageables sur le développement de la CSC, au profit du nucléaire ou des renouvelables.

En mai 2009, le gouvernement a chargé un groupe consultatif stratégique d'employeurs de premier plan, y compris des représentants des plus grandes entreprises du pays, mais aussi d'entreprises plus modestes, de préciser les moyens à mettre en œuvre pour stimuler la

demande des compétences nécessaires à la transition vers une économie à faible émission de CO₂. Les membres de ce groupe, sur la base de l'expérience au sein de leurs sociétés, ont défini deux types principaux de compétences.

Premièrement, les compétences fondamentales nécessaires à la production de biens et services résultant de procédés à faibles émissions de CO₂. Des lacunes considérables ont été observées dans de nombreux domaines de compétences en sciences, technologies, mathématiques et ingénierie (STEM). Ces lacunes ralentissent le développement des activités, notamment dans le cadre du transfert de compétences à de nouveaux contextes. Elles ont été observées de manière générale dans l'ensemble de l'économie britannique, mais tout particulièrement dans le cadre de l'application spécifique de ces compétences aux technologies à faibles émissions de CO₂.

Deuxièmement, les compétences plus générales qui aident les entreprises ou d'autres organisations à réussir la transition vers une exploitation à faibles émissions. Il s'agit notamment des compétences en matière de communication, de direction et de gestion, qui permettent de faciliter le changement de culture et de réviser le fonctionnement des entreprises. D'autres compétences nécessaires sont liées à l'approvisionnement durable, aux systèmes de gestion environnementale, à la gestion du risque, à la surveillance et aux évaluations.

Certaines initiatives ont été prises, comme la National Skills Academy for Nuclear, lancée à la fin 2008 ou un autre projet d'Académie nationale des compétences pour l'électricité (NSA for Power). La Skills Academy a pour objectif de contribuer à combler les lacunes des compétences dans les domaines de la production d'électricité (y compris à partir des renouvelables et des combustibles fossiles), de sa transmission, distribution et comptage, par la mise en place d'un réseau de formateurs hautement qualifiés dont le but est de répondre aux besoins des employeurs en offrant une formation sur mesure si nécessaire.

Autres aspects de la mise en œuvre de la CSC

L'acceptation sociale ne devrait pas poser de problèmes majeurs

Le procédé de CSC se compose de trois opérations différentes, susceptibles de soulever une opposition du public : la capture, le transport et le stockage.

La capture n'est pas considérée par les acteurs comme un aspect problématique dans la mesure où cette opération consiste à équiper d'une nouvelle installation les centrales à charbon existantes, déjà polluantes. Les communautés locales devraient accueillir favorablement un procédé qui permet de poursuivre l'exploitation des centrales à charbon et contribue à préserver l'emploi local.

Le transport est considéré comme l'aspect le plus important. En effet, la construction d'un pipeline dans un pays à forte densité de population, comme le Royaume-Uni, est une opération toujours complexe, mais il ne s'agit pas là d'une question proprement liée à la CSC, le problème étant identique s'il s'agissait d'un gazoduc, d'une ligne à haute tension ou d'une ligne de chemin de fer, etc.

Le stockage n'aura lieu qu'en mer, par décision du gouvernement britannique (tant pour des raisons d'ordre géologique que politique), ce qui, par opposition au stockage sur terre, ne devrait pas susciter d'opposition locale.

En réalité, la principale difficulté de la mise en œuvre de la CSC est imputable à l'image négative que suscite la persistance de l'exploitation du charbon (un mode de production d'électricité ancien et polluant), qui soulève une opposition à de nouvelles constructions ou aux rééquipements. E.ON est confronté à cette opposition, en l'occurrence au projet Kingsnorth, qui consiste à transformer une ancienne centrale à charbon en centrale supercritique (2 x 800 MW), dont 300 MW CSC. Il convient néanmoins de mentionner que l'usine de Kingsnorth est un projet autonome, situé

dans le Kent, qui n'est plus un bassin minier depuis plus de 20 ans.

La plupart des acteurs (producteurs, équipementiers, DECC) reconnaissent néanmoins qu'un réel effort d'information du public à propos de ces technologies reste à accomplir.

Le transfert de technologie est un aspect essentiel, qui doit encore être discuté

Il existe un énorme potentiel de mise en œuvre des technologies de CSC dans les pays émergents, notamment en Chine et en Inde. Les acteurs industriels sont en faveur du « partage des connaissances » pour les pays en développement, mais ne sont en revanche pas favorables à la liberté d'accès à la propriété intellectuelle.

Le partage des connaissances est nécessaire pour permettre aux consommateurs de choisir les équipements appropriés, en vue d'une utilisation adéquate.

Le DECC est membre du *Global CCS Institute*, lancé par le gouvernement australien afin de soutenir la mise en œuvre de 20 projets de démonstration à grande échelle et de partager les connaissances et les expériences issues de ces projets.

Conclusion : la CSC bénéficie du soutien de la plupart des acteurs

Le gouvernement britannique s'est engagé à relever le défi du changement climatique (rapport Stern) et tient particulièrement à créer une industrie à faible émission de CO₂ au Royaume-Uni, à réduire les émissions de CO₂ et à mettre en œuvre les technologies de CSC, et à situer l'industrie britannique à l'avant-garde de l'utilisation de ces technologies.

Les producteurs d'électricité participent aux projets de démonstration, souhaitant conserver un bouquet énergétique varié : E.ON, RWE et Scottish Power participent à ces projets.

Les entreprises sont également favorables : les équipementiers et les compagnies pétrolières prennent la mesure des débouchés offerts par les technologies de CSC. L'industrie sidérurgique et l'industrie du ciment observent, n'étant pas concernées par la phase de démonstration, mais envisagent l'application de ces technologies à l'avenir. Elles participent au projet Yorkshire Forward.

Le TUC soutient les technologies d'abattement du CO₂, notamment la CSC, pour des raisons de sécurité énergétique et d'accessibilité, pour l'avenir de l'exploitation du charbon et les possibilités d'emploi pour les travailleurs britanniques, tout en mettant le Royaume-Uni sur la voie de l'économie à faible émission de CO₂. Récemment, le *Clean Coal Task Group* du TUC (syndicat affilié et organe sectoriel constitué pour promouvoir les technologies du charbon

propre au Royaume-Uni) a publié ses réponses à la consultation lancée par le gouvernement.

Les ONG considèrent que l'exploitation du charbon sans la CSC est inacceptable et sont par conséquent opposées aux projets de démonstration qui ne font intervenir la CSC que dans une proportion limitée au sein des centrales. Elles pourraient accepter l'option proposée par le *Clean Coal Task Group* du TUC, qui consiste à mettre en œuvre pleinement les technologies de CSC dans les installations de démonstration. Elles considèrent également que l'objectif charbon zéro aurait pour corollaire une utilisation accrue de l'énergie nucléaire (la part des renouvelables étant limitée jusqu'en 2030), ce qui n'est pas acceptable selon elles.

4. L'Allemagne

Introduction

Selon l'Office fédéral des statistiques, le volume total des émissions de CO₂ en Allemagne s'est élevé à 832 millions de tonnes en 2008³⁵, en léger recul comparé à 2007. La production d'électricité en Allemagne a été responsable de 45 % de ces émissions en 2008.

Cette étude porte principalement sur la situation des technologies du charbon propre dans le secteur de l'énergie en Allemagne, où presque 47 % de la production d'énergie en 2007 reposait sur la production d'électricité à partir du lignite et de la houille.³⁶

Selon les prévisions, le bouquet énergétique allemand reposera dans une large mesure sur les combustibles fossiles, avec une part du charbon correspondant à 48% jusqu'en 2030.³⁷

4.1. Le secteur de l'énergie en Allemagne

Le bouquet énergétique

En Allemagne, l'ensemble des émissions de CO₂ a été réduit de 20 % depuis 1990, de 1,036 milliard de tonnes à 832 millions de tonnes en 2008. Une proportion considérable de ces émissions est imputable à la houille et au lignite, dont la combustion produit respectivement 135,9 millions et 174,5 millions de tonnes de CO₂ par an. La cessation graduelle de l'exploitation de l'énergie nucléaire en Allemagne entraînera une

réorientation de la production d'énergie et un déséquilibre qui peut être comblé par deux sources potentiellement importantes, le charbon et les énergies renouvelables.

Energy mix Germany 2007 (gross electricity production)

Energy source	Percentage
Lignite	23,8%
Hard coal	22,8%
Nuclear	22,1%
Natural gas	12%
Renewable	14%
Others	6,3%

Source: Own illustration based on Umweltbundesamt 2009.

Forecast on Energy mix Germany 2030 (Total production)

Energy source	Percentage
Coal	48,1%
Oil	0,7%
Gas	13,1%
Combustible renewable and waste	19,8%
Nuclear	-
Hydro	2,4%
Geothermal	4,9%
Solar, wind, etc.	10,9%

Source : own illustration based on IEA 2007. Energy policies of IEA countries, Germany Review.

Les principales sociétés de production d'électricité

Le marché de l'énergie en Allemagne se caractérise par une forte concentration, avec quatre principaux opérateurs qui ont orienté leurs activités sur une base régionale, auxquels s'ajoutent les régies municipales indépendantes (*Stadtwerke*), présentes sur plusieurs marchés locaux. L'exploitation de centrales nucléaires et de centrales à combustibles fossiles par chacune de ces quatre principales sociétés de production d'électricité et leur présence sur le

³⁵ Agence fédérale de l'environnement : <http://www.umweltbundesamt-umwelt-deutschland.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeldent=2842>.

³⁶ Bouquet énergétique allemand en 2007 : lignite (23,8 %) ; houille (22,8 %) ; nucléaire (22,1 %) ; gaz naturel (12 %) ; renouvelables (14 %) ; autres (6,3 %).

³⁷ AIE : World Energy Outlook 2008.

marché de la production d'électricité à partir de renouvelables est une caractéristique du marché de l'énergie en Allemagne.

Vattenfall et RWE, ainsi que E.ON exploitent plusieurs sites d'extraction de lignite et sont également les principaux opérateurs de centrales au lignite. Vattenfall particulièrement, mais aussi RWE sont des acteurs de premier plan de la recherche et du développement de la technologie de CSC, avec une installation pilote en fonctionnement dans une centrale et plusieurs installations de démonstration au stade de la planification.

Les ressources en énergies fossiles en Allemagne : la houille et le lignite

Le lignite et la houille représentent d'importantes ressources en énergie fossile en Allemagne. Pratiquement 47 % de la production d'électricité

nationale repose sur le charbon. Si la production nationale de charbon satisfait entièrement la demande de lignite, les deux tiers de la houille sont aujourd'hui importés.

L'extraction de la houille est un secteur en déclin depuis plusieurs décennies en Allemagne. Si le secteur employait 490 000 salariés et exploitait 146 sites d'extraction en 1960, il ne comptait plus que 30 000 salariés en 2008 (chiffres de l'emploi d'après Kohlewirtschaft e.V. et l'IG BCE). La société RAG AG est actuellement la principale entreprise d'extraction du charbon. Le coût de production de la houille est en Allemagne supérieur à son prix sur les marchés mondiaux.

L'industrie locale du charbon n'est pas compétitive. En vertu du « compromis sur le charbon » conclu en 1997, le syndicat IG BCE et la société minière RAG AG ont convenu d'une réduction progressive des subventions allouées aux activités minières jusqu'en 2005, avec pour objectif de mettre un terme aux subventions

Overview on four main energy providers of Germany

Energy Provider in Germany	Employees in Germany	Energy mix 2008	Capacity of power plants	
			Power plants - all types	Coal power plants
E.ON	43,500	45% nuclear 39% coal 7% gas & oil 6% renewable energy 3% others	23560 MW (installed capacity)	
			47	14
EnBW	19,500	47% nuclear 32% fossil energy + others 21% renewable energy	9119 MW (installed capacity)	
			11	6
RWE	40,000	33% lignite 29% hard coal 19% nuclear 12% gas 7% renewable energy + others	33,033 MW	
			24	13
Vattenfall	19,670	60% coal 22% water power 12% nuclear 7% gas	13,378 MW	
			23	11

Source: wmp consult 2009.

accordées à l'extraction de la houille en Allemagne de façon socialement acceptable avant la fin de l'année 2018. Ce compromis sera néanmoins examiné à nouveau en 2012.³⁸

Le secteur de l'exploitation du lignite compte six sociétés principales, pour un nombre total de 22 263 salariés en juin 2009.³⁹

Les perspectives de production de lignite et de houille

Il convient de mentionner qu'il n'existe aucune relation directe entre la production de houille et la création des installations de CSC dans les centrales électriques en Allemagne puisque la demande intérieure de houille est actuellement satisfaite à hauteur de 67 % par les importations. Si le lignite peut être considéré comme une ressource en énergie fossile concurrentielle en Allemagne, la production de houille est quant à elle fortement subventionnée et s'achèvera probablement en 2018. L'exploitation future du lignite et à cet égard les perspectives d'emploi dans ce secteur particulier sont étroitement liées à la création d'installations de CSC.

4.2. Les technologies de capture du carbone et leurs possibilités d'adaptation en Allemagne

Il existe trois technologies générales de capture du CO₂ : la post-combustion, la pré-combustion et l'oxycombustion. En Allemagne, les sociétés de

production et les ingénieurs des centrales électriques n'ont choisi d'étudier qu'une, voire deux de ces trois technologies dans le cadre de projets pilotes et dans des installations de démonstration. La capacité de rééquipement des centrales existantes suscite une attention particulière. En septembre 2008, Vattenfall Europe a inauguré le premier projet pilote au monde, dénommé « Schwarze Pumpe » et situé dans l'Est de l'Allemagne, à Spremberg. Ce projet pilote, dont le financement se chiffre à environ 70 millions d'euros, repose sur la technologie de l'oxycombustion et délivre une capacité de 30 MW. Vattenfall prévoit également de créer une installation de démonstration dans la centrale de Jaenschwalde combinant l'oxycombustion et la post-combustion pour un volume d'investissement de 1 milliard d'euros. RWE prévoit de s'engager dans la concurrence et de prendre de l'importance avec la création fin 2014 de la première centrale équipée d'une installation de démonstration en pré-combustion à Huerth (région de Cologne) qui comprendra des pipelines et des installations de stockage du CO₂. Cette installation de démonstration reposant sur la technologie du cycle combiné à gazéification intégrée (CCGI) affichera un taux de capture supérieur à 100 000 tonnes de CO₂ pour un volume d'investissement précédent total de 1,6 milliard d'euros.

Projets de démonstration de la technologie de CSC en Allemagne

Les projets qui appliquent la technologie de CSC en Allemagne ont été financés par le ministère fédéral de l'environnement (BMU), le ministère fédéral de l'Économie et de la Technologie (BMWi), le ministère fédéral de l'Éducation et de la Recherche (BMBF) et les sociétés de production d'électricité qui ont contribué au développement continu de la CSC.

Vattenfall, RWE et E.ON sont les principaux acteurs industriels concernés par les projets liés à la technologie de CSC.

³⁸ Conformément à la clause de révision, l'ensemble des partenaires vont examiner et discuter la possibilité d'une poursuite de la production de la houille en 2012.

³⁹ Y compris 5 864 salariés dans les unités d'approvisionnement général et les centrales au lignite. Source : DEBRIV, juin 2009.

Aperçu des sociétés actives dans le développement des technologies de CSC (Tableau: wmp consult)

Carbon Capture and Storage Technologies		
Post Combustion	Oxy-fuel	Pre Combustion
Power Plant Operators - E.ON AG - RWE AG - Vattenfall Europe AG	Power Plant Operators - Vattenfall Europe AG	Power Plant Operators - RWE Power AG
Power Plant Engineers - Hitachi Power Europe GmbH - FISIA BABCOCK ENVIRONMENT GmbH - Babcock Noell GmbH - Siemens Energy - Alstom Deutschland AG	Power Plant Engineers Chemical industries - Alstom Deutschland AG - Hitachi Power Europe GmbH - Linde AG	Power Plant Engineers / Chemical Industries - BASF AG - Linde AG - Siemens Energy

Leurs activités varient selon les stades de développement, les technologies, les partenaires et le volume d'investissement. En outre, les entreprises qui fournissent les équipements et les entreprises de l'industrie chimique sont parties prenantes des phases de construction des installations de CSC dans les centrales électriques.

L'extraction de la houille est un secteur en déclin depuis plusieurs décennies en Allemagne. Si le secteur employait 490 000 salariés et exploitait 146 sites d'extraction en 1960, il ne comptait plus que 30 000 salariés en 2008.⁴⁰ La société RAG AG est actuellement la principale entreprise d'extraction du charbon. Le coût de production de la houille est en Allemagne supérieur à son prix sur les marchés mondiaux.

Les coûts économiques et les perspectives d'emploi liés à l'application de la technologie de CSC

La base de données

Toutes les études partent du principe que l'application de la technologie de CSC et les infrastructures correspondantes seront financées par des fonds publics. L'exploitation croissante à partir de 2020 des grandes centrales équipées

d'installations de CSC est également considéré comme une condition préalable. Des « effets d'apprentissage » remarquables et des incidences positives sur le potentiel et les coûts d'abattement sont attendus au cours des dix prochaines années.

Les coûts d'abattement

Le déploiement de la technologie de la CSC entraîne des coûts supplémentaires pour la capture, la compression, le transport et le stockage du CO₂ (coûts d'abattement) par comparaison à la production d'électricité dans les centrales conventionnelles. L'estimation de ces coûts d'abattement les situe actuellement

Les coûts d'abattement* avec utilisation de la technologie de CSC dans les centrales électriques conventionnelles en Allemagne (EUR / tonne de CO_{2e})

Process step	Lignite	Hard coal	(natural gas)
Newly built power plants in 2020**			
Capture	20	41	84
Transport	5	5	5
Storage	6	6	6
Total	31	52	84
Newly built power plants in 2030			
Total	30	48	87
Retrofit between 2005 and 2020 built power plants in 2030			
Total	33	52	> 100

*Difference compared to the energy source specific costs of the corresponding reference technology assessed on the basis of full costing; **Pilot- and demonstration plants **Source: own compilation according to McKinsey (2007).**

⁴⁰ Chiffres de l'emploi d'après Kohlewirtschaft e.V. et l'IG BCE.

entre 60 et 90 euros par tonne de CO₂. McKinsey en arrive à la conclusion que les coûts d'abattement dans les nouvelles grandes centrales électriques s'élèveront à 31 euros pour le lignite et à 52 euros pour la houille, pour se situer à l'horizon 2030, grâce à l'amélioration des connaissances techniques spécifiques, à 30 euros et à 48 euros par tonne de CO₂ respectivement.

La proportion la plus importante de ces coûts supplémentaires résulte de la capture et de la compression du CO₂. Les coûts d'abattement pour l'adaptation des centrales électriques disposant aux technologies de CSC a tendance à être plus élevé que pour les nouvelles centrales équipées d'une installation de CSC en raison de l'augmentation des dépenses en capital et de taux de capture inférieurs.

Afin d'estimer le potentiel d'abattement et les coûts d'abattement dans les diverses centrales électriques conventionnelles, on considère que l'ensemble des centrales créées après 2020 sont équipées d'une installation de CSC. Compte tenu de la structure d'âge des centrales, on estime par ailleurs que, d'un point de vue économique, la moitié des centrales à charbon construites entre 2005 et 2020 peuvent être rééquipées et le seront effectivement à l'horizon 2030.

Selon ces conditions préalables ambitieuses, le potentiel d'abattement des centrales à charbon en Allemagne va s'élever considérablement entre 2020 et 2030 et se situer dans la dernière

année des prévisions à 66 millions de tonnes de CO₂, ce qui correspond pratiquement aux deux tiers du total du potentiel d'abattement du CO₂. Les coûts d'abattement s'élèveront alors à 2,7 milliards d'euros.

Compte tenu du faible niveau des émissions de CO₂ des centrales électriques équipées d'une installation de CSC, la compétitivité de ces centrales par comparaison aux centrales conventionnelles est établie pour autant que les prix du CO₂ correspondent environ aux coûts d'abattement. La technologie de CSC peut par conséquent s'avérer rentable, pour autant que les solutions de substitution (sources d'énergie renouvelable) ne soient pas disponibles en nombre suffisant ou ne le soient qu'à un prix plus élevé.

Les coûts de production et les prix de l'électricité

Selon l'étude de Prognos, l'augmentation nécessaire de la capacité des centrales électriques conventionnelles se situera entre 14 000 MW (en cas de baisse de la consommation de 15 %) et 21 000 MW (en cas de consommation constante) en Allemagne entre 2020 et 2030. Si cette augmentation des capacités est réalisée par les centrales à charbon équipées d'une installation de CSC, les modifications suivantes de la structure des coûts se présenteront par comparaison aux centrales à gaz et aux centrales thermiques (qui seraient construites dans le cas contraire).

With employment of the CCS technology in Germany induced additional and reduced costs in the period of 2020 to 2030 (billion €)

	Version 1 power consumption minus 15%	Version 2 Power consumption constant
Additional investments in power plants	+21,6	+33,3
Reduction of expenses for imported fuels*	-28,6	-37,4

* substitution of natural gas with hard coal, where upon it is assumed that the border crossing prices for crude oil and natural gas rise by 16% between 2008 and 2030, whereas those for import coal fall by 21%. **Source: prognos 2009.**

Potentiel et coûts d'abattement avec utilisation de la technologie de CSC dans les centrales à charbon conventionnelles* en Allemagne

	2020	2030
Abatement potential		
Mt CO ₂ e	5,8	66,1
In % of all potentials*		
Abatement costs		
Million €	253	2.676
€ per Mt CO ₂ e	44	41

In the range of gas-fired power plants the potential abatement costs in 2030 will be comparatively low with 113 million €. ** through CO₂ capture. **Source: Own calculations on the basis of McKinsey (2007).**

D'après son modèle pour l'année 2030, Prognos prévoit une baisse des prix de gros de l'électricité par comparaison au scénario de référence hors CSC à hauteur de 17 % (version 1) ou de 22 % (version 2).

Effets macroéconomiques et sectoriels

Selon le modèle de Prognos, l'augmentation de la valeur ajoutée est due à une application de la technologie de CSC dans les centrales électriques, envisagée sur l'ensemble de la période comprise entre 2016 et 2030, deux fois supérieure à la première impulsion caractérisée par des investissements supplémentaires et un faible niveau

des importations de combustibles : dans la version 1 (baisse de 15 % de la consommation d'électricité), la croissance du PIB s'élève à 100 milliards d'euros ; dans la version 2 (consommation d'électricité constante), elle est de 148 milliards d'euros supérieure au modèle de référence. Cette efficacité accrue résulte essentiellement des investissements dans les équipements, mais la demande de travaux de construction et la consommation des ménages sont considérablement plus élevées dans les modèles de CSC que dans le modèle de référence.

Emplois induits par la CSC en Allemagne (nombre de salariés supplémentaires dans la moyenne de la période, valeurs arrondies)

Industrial sector	2016-2020	2021-2025	2026-2030
Version 1 (power consumption 2030/2005: -15%)			
Coal mining/energy supply	100	400	400
Manufacturing industry	3.800	13.700	9.400
Construction industry	1.300	8.200	7.400
Trade, hotel/restaurant industry, transport	2.800	13.400	10.800
Financing enterprise services	2.400	14.300	12.900
Public and private services	1.200	11.300	12.900
Others	300	1.600	1.500
Total	11.900	62.900	55.200
Version 2 (power consumption 2030/2005: constant)			
Coal mining/energy supply	100	500	600
Manufacturing industry	7.000	16.200	15.700
Construction industry	2.700	10.400	11.600
Trade, hotel/restaurant industry, transport	5.200	15.800	17.900
Financing enterprise services	4.600	17.000	21.100
Public and private services	2.400	13.500	19.700
Others	400	1.900	2.300
Total	22.400	75.300	88.900

Sources : Prognos et calculs propres.

Cet écart apparaît dans les courbes spécifiques de l'emploi : dans la version 1, le nombre de salariés supplémentaires atteint son plus haut à 76 000 en 2025 environ. Ce chiffre chute considérablement par après. Dans la version 2, le nombre d'emplois liés induits par la CSC s'élève à 120 000 et demeure à un niveau comparativement élevé jusqu'à la fin de la décennie. Suite à cette évolution, la moyenne du nombre de salariés pour la période comprise entre 2025 et 2030 est considérablement plus élevée qu'au cours des cinq années précédentes.

Somme toute, le secteur des services peut néanmoins créer bien plus d'emplois que le secteur de la production, le double entre 2020 et 2030.

Compte tenu de la valeur ajoutée résultant de la mise en place des technologies de la CSC, la croissance de la performance des services aux entreprises, essentiellement associée aux bénéfices issus du traitement de données, entraîne pour le secteur une augmentation correspondante du niveau de l'emploi. Il convient de garder à l'esprit lors de l'interprétation de ces données que les effets

macroéconomiques sur l'emploi de plusieurs impulsions liées à l'emploi dans les centrales à charbon équipées d'une installation de CSC ne sont pas intégrées, ou le sont partiellement, au modèle de Prognos.

Il est possible que la CSC soutienne les activités des entreprises d'extraction, qui devrait être fermées au cours de la période envisagée. En Allemagne, ceci s'applique notamment au lignite. Le secteur de l'extraction du charbon comptait environ 46 000 salariés en 2007, dont 29 600 dans l'extraction de la houille et 16 400 dans l'extraction du lignite. Dans la mesure où 90 % de la production nationale de charbon est achetée par les centrales électriques, nous pouvons considérer que ces emplois seraient complètement perdus en cas de renonciation à la CSC. Ils ne peuvent par conséquent pas être intégrés au scénario de référence de Prognos, selon lequel seules des centrales au gaz et des centrales thermiques sont construites. La

possibilité de déterminer les capacités nationales qui seront en mesure de survivre après la mise en place des technologies de CSC dépend en définitive de l'évolution des prix de la houille sur les marchés mondiaux et donc de l'évolution des importations de charbon. Quelque 16 000 emplois seront tout au moins préservés dans le secteur de l'extraction du lignite à moyen terme. Ils doivent mathématiquement être comptabilisés dans la croissance de l'emploi induit par la CSC.

Ce modèle laisse entrevoir des effets sur l'emploi résultant de la construction de nouvelles centrales électriques équipées d'une installation de CSC et des mouvements de la structure des importations de combustibles. En revanche, les effets macroéconomiques et sur les coûts liés à la construction d'un système de pipelines ainsi qu'à la sélection et à l'adaptation des sites de stockage appropriés à la capture du CO₂ ne sont pas quantifiés. En réalité, les investissements dans cette part de l'infrastructure sont dans l'ensemble probablement inférieurs que les investissements supplémentaires dans la construction de nouvelles centrales électriques (selon l'étude de Prognos : entre 22 et 33 milliards d'euros tandis que l'Institut Wuppertal évalue les coûts de construction du kilomètre de pipeline à 1 million d'euros, soit environ 2 milliards d'euros pour un réseau de 2 000 km⁴¹ à l'échelle de l'Allemagne). Ceci s'applique tout particulièrement au contexte actuel étant donné que les coûts de construction et d'exploitation de cette infrastructure ne sont pas uniquement imputables aux centrales électriques à combustibles fossiles, mais aussi aux différentes branches de l'industrie manufacturière qui capturent du CO₂.

Enfin, les effets macroéconomiques prévisibles de l'exportation des technologies de CSC ne sont pas inclus dans ces scénarios. Une quantification générale des effets sur l'emploi sur la base des quatre facteurs mentionnés est impossible dans le cadre de cette étude.

⁴¹ Selon Matthes (2009), il s'agit là de la structure de base.

Le débat sur l'application des technologies du charbon propre en Allemagne

L'évolution du débat

Au plan politique, deux ministères, le ministère fédéral de l'Économie et de la Technologie (BMWi) et le ministère fédéral de l'Environnement (BMU) ont joué le rôle d'acteurs de premier plan du débat et véritablement encouragé les projets de recherche et de développement grâce à leur financement et, récemment, en proposant un projet de loi sur la CSC. Il convient de noter que le gouvernement allemand est généralement favorable à l'application de la technologie de la CSC en Allemagne et table sur une croissance économique et des effets sur l'emploi résultant de cette nouvelle technologie.⁴² **COORETEC**

Le programme COORETEC du BMWi représente l'une des premières initiatives de réduction des émissions. COORETEC est l'abréviation de « CO₂-réduction technologies » pour les centrales électriques à combustibles fossiles. Il s'agit de l'initiative allemande en matière de R&D en faveur des technologies du charbon propre qui rassemble des partenaires du secteur et de la recherche universitaire. COORETEC a financé 239 projets entre 2004 et 2008 et alloué des fonds supplémentaires depuis 2004. Les principaux acteurs du secteur actifs dans le domaine de la CSC en Allemagne ont été associés à divers projets financés par l'initiative COORETEC. Son financement, de 5 millions d'euros par an au départ, a été porté à plus de 30 millions d'euros par an en 2008.

Les partis politiques

L'ensemble des partis politiques ont adopté des positions dans le débat sur la CSC. Le SPD et la CDU ont rédigé le projet de loi sur la CSC, auquel se sont opposés les Verts et le Parti de gauche. Le SPD et la CDU ont rédigé le projet de loi en tant que partis membres de la grande coalition au pouvoir. Ces deux partis partagent

une vision positive de la CSC. Mais ils sont confrontés à un débat interne et plutôt critique sur la nécessité de la CSC. Avec un responsable politique du SPD à la tête du ministère de l'Environnement, le SPD est de manière générale favorable à une application rapide des technologies de CSC. Bien que la CDU ait participé à la rédaction du projet, d'importants responsables politiques de la CDU du Nord de l'Allemagne se sont opposés à l'adoption d'une loi sur la CSC, ce qui a entraîné son report à la prochaine législature.

Les Verts (Bündnis 90 / Die Grünen) ont adopté une position très critique vis-à-vis de la technologie de CSC et mentionné de nombreuses questions sans réponses. Comme parti écologique, les Verts sont favorables à l'utilisation des sources d'énergie renouvelable pour la production d'électricité et considèrent que la CSC entraînera une prolongation de l'existence des centrales à charbon, voire la construction de nouvelles centrales de ce type, au détriment de l'investissement dans les énergies renouvelables.

Les libéraux (FDP) sont favorables à une mise en place rapide des technologies de CSC en Allemagne. Ils estiment que le charbon représente une part non négligeable du futur bouquet énergétique allemand et voient en la CSC un moyen de réduire efficacement les émissions de CO₂. Les libéraux considèrent néanmoins que la CSC est une technologie de transition, qui permet de combiner la protection du climat et un approvisionnement en énergie à des prix raisonnables.⁴³

Le Parti de gauche (*Die Linke*) a adopté une position très critique et s'oppose à l'application des technologies de CSC en Allemagne, en raison de la perte d'efficacité des centrales électriques, du manque de sécurité, des coûts élevés et de la concurrence avec les énergies renouvelables en matière de financement. Le Parti de gauche voit en la CSC une mesure qui sert les intérêts des sociétés de production

⁴² BMU 2006 : Politique industrielle écologique.

⁴³ FDP Fraktion (2009) : *Rechtliche Grundlagen für die Einführung von CCS-Technologien unverzüglich schaffen.*

d'électricité en donnant une image de durabilité aux centrales à charbon. Il critique également les coûts élevés de la CSC, qui seront supportés par les contribuables allemands.⁴⁴

Et d'autres voix, plus critiques encore, se font entendre dans le débat. Plusieurs groupes de protection de l'environnement ont activement participé aux discussions et aux prises de position liées à la CSC.

Le projet de loi sur la CSC en Allemagne

En avril 2009, le gouvernement allemand a rédigé et présenté un projet de loi sur la capture, le transport et le stockage permanent du dioxyde de carbone (CSC), correspondant à la directive européenne sur la CSC. Ce projet commun du BMWi et du BMU a pour but d'établir un cadre juridique pour permettre la prospection des sites et le stockage du CO₂ en Allemagne.⁴⁵

La présentation de ce projet de loi a débouché sur un débat politique persistant sur les avantages, les désavantages et la nécessité de mettre en place les technologies de CSC, qui s'est finalement conclu par le report de ce projet de loi. Ce projet fera l'objet de nouvelles discussions après les élections de septembre 2009. Le projet de loi définit les responsabilités des opérateurs des sites de stockage du CO₂ et le transfert des responsabilités aux États fédérés et au gouvernement fédéral allemand après 30 ans.

L'acceptation de la CSC par la population

L'adaptation du projet de loi sur la CSC a été reporté à la prochaine législature. L'une des raisons principales de ce report est liée au faible niveau d'acceptation ou à l'apparente indifférence de la population vis-à-vis de la technologie de CSC. Le manque d'acceptation

par le public a en définitive fait obstacle à l'application des technologies de CSC.

Résumé

L'application des technologies du charbon propre en Allemagne est susceptible d'exercer une influence importante sur différents secteurs de l'économie, mais elle dépend désormais de facteurs incertains.

Premièrement, le charbon conservera probablement une part non négligeable dans la production d'électricité en Allemagne au cours des années à venir, après la sortie du nucléaire et jusqu'à un développement suffisant des énergies renouvelables. La CSC peut servir de technologie de transition pour réduire effectivement les émissions de CO₂ des centrales à charbon afin de rendre l'utilisation du charbon « plus propre ».

Deuxièmement, l'estimation des coûts de construction de nouvelles centrales électriques équipées d'installations de CSC ou le rééquipement des centrales existantes se situe entre 500 millions et 2 milliards d'euros par installation. En outre, les coûts de capture, de transport et de stockage du CO₂ sont évalués dans cette étude à 31 euros par tonne de CO₂ pour les centrales au lignite et à 52 euros par tonne de CO₂ pour les centrales à houille dans les projets pilotes et les installations de démonstration. Les prévisions tablent sur une hausse des coûts de rééquipement des centrales électriques au fur et à mesure de la baisse des taux d'efficacité. L'ensemble de ces coûts indiquent qu'une hausse des coûts de production de l'électricité est possible, ce qui pourrait influencer les prix de l'électricité en Allemagne.

Troisièmement, La CSC peut offrir de nouvelles perspectives au secteur. Les fabricants d'équipements pour les centrales électriques, les sidérurgistes et les entreprises de construction pour les infrastructures pourraient tirer profit de la CSC. L'avenir du secteur de l'extraction du lignite est aussi étroitement lié à la CSC, étant donné qu'elle pourrait garantir la part du lignite

⁴⁴ Die Linke 2009 : *Technologieversprechen CCS verlängert Kohleära und bremst Energiewende.*

⁴⁵ Pour le document complet, voir Bundestag allemand 2009: *Gesetzentwurf der Bundesregierung: Gesetz zur Regelung von Abscheidung, Transport und dauerhafter Speicherung von Kohlendioxid.*

dans le futur bouquet énergétique. Quatrièmement, l'effet net sur l'emploi devrait être positif. Les estimations des effets sur l'emploi induits par la CSC se situent entre 76 000 et 102 000 salariés. Ces estimations du niveau de l'emploi ne tiennent pas compte d'incidences potentielles sur le secteur minier en Allemagne et des effets résultant de la construction des infrastructures de capture, de transport et de stockage du CO₂. De même, les effets macroéconomiques liés aux exportations de la technologie de CSC ne sont pas intégrés à ces estimations.

Les technologies de CSC se heurtent néanmoins à un certain nombre d'incertitudes. Le manque d'acceptation de la CSC par la population et les difficultés du contexte politique représentent des problèmes considérables. En outre, les risques posés par le stockage du CO₂ tant sur l'environnement que sur les personnes n'ont pas été suffisamment analysés et ne peuvent être ignorés.

Le gouvernement allemand, les syndicats et l'industrie se sont montrés favorables à une application rapide de la technologie de CSC. Les syndicats allemands IG Metal, IG BCE et ver.di soutiennent généralement la recherche et le développement dans le domaine de la CSC en Allemagne et considèrent qu'il s'agit là d'un moyen de rendre le charbon « plus propre ». Ils estiment par ailleurs que la CSC pourrait éviter la délocalisation des industries à haute intensité énergétique des sites de production allemands et prévoient un effet potentiel positif sur l'emploi induit par l'application de cette technologie.

Cette application des technologies du charbon propre en Allemagne pourrait créer une modification des profils d'emploi et des qualifications des travailleurs du secteur de la production d'électricité. Il n'existe cependant pas d'études disponibles sur ce sujet.

Bibliographie

IEA, « Sectoral Approaches To Greenhouse Gas Mitigation, Exploring Issues for Heavy Industry », *IEA Information Paper*, 2007

Marché carbone

Caisse des dépôts, « Allowance Trading Patterns during the EU ETS Trial Period: What Does the CITL Reveal? », *Climate Report*, n° 13, juin 2008

de PERTHUIS Christian, *Et pour quelques degrés de plus... Nos choix économiques face au risque climatique*, Pearson, 2009

Sous la direction de GIRAUD Noël et RENOARD Cécile, *20 propositions pour réformer le capitalisme*, Flammarion, 2009

Reinaud Julia, *Issues Behind Competitiveness and Carbon Leakage. Focus on Heavy Industries*, OCDE IEA, octobre 2008

Sidérurgie

BIRAT Jean-Pierre, *ULCOS Forward II*, ESTEP mirror group, juillet 2009

BIRAT Jean-Pierre, « ULCOS: Searching for Breakthrough CO₂ Lean Steelmaking Routes - Brussels Conference », *Metal Bulletin*, n° 28, 30 septembre 2008

CHARBONNIER Jean-Claude, *Contribution of ESTEP to the Low-carbon Economy and the PPP Initiatives of the Recovery Plan*, juillet 2009

Ecorys *et al.*, *Study on the Competitiveness of the European Steel Sector*, direction générale Entreprise et Industrie, août 2008

Commission européenne, direction générale Energie et transport, *European Energy and Transport Trends to 2030 – Update 2007*

Eurofer, *Annual Report 2008 et positions FONDDRI, Scénario sous contrainte carbone, résultats des simulations harmonisées Pôles / Imacim-R*, avril 2007

Commission européenne, *Integrated Pollution Prevented and Control, Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Production of Iron and Steel*, juillet 2009

OCDE, *Perspective de l'environnement à l'horizon 2030*, 2008

Aluminium

Eurométaux, *Climate Change Impact Risk on Employment*, juin 2009

Eurométaux, *Positions papers*

European Aluminium Association, *Sustainability of the European Aluminium Industry*

MARKS Jerry, *The Aluminium Sector Story*, IAI, juin 2003

Green Building

BMVBS, *CO₂-Gebäudesanierungsprogramme werden aufgestockt*, Pressemitteilung Nr. 242/2009, août 2009

BMVBS, *The Programme to Reduce CO₂ Emissions from Buildings*, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.energie-fuer-morgen.de>.

KLEEMANN M., HECKLER R., KRAFT A., KUCKSHINRICHS W., « Klimaschutz und Beschäftigung durch das KfW-Programm zur CO₂-Minderung und das KfW- CO₂ Gebäudesanierungsprogramm », *Schriften des Forschungszentrums Jülich Reihe Umwelt/Environment*, volume 34, 2003

Bremer Energie Institut, *Effekte des CO₂-Gebäudesanierungsprogramm 2008, Gutachten im Auftrag der KFW-Förderbank*, 2008

Deutsche Energie Agentur (DENA), *The GreenBuilding Programme of the EU*, 2009, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.zukunft-haus.info>.

Intelligent Energy Europe, *Executive Summary Report on the Supporting Transposition and Implementation of the Directive 2002/91/EC - CA EPBD (2005-2007)*, 2008.

Industrie automobile

European Automobile Manufacturers Association, *European Automobile - Industry Report*

European Automobile Manufacturers Association, *Automotive Production & Assembly Sites in Europe*

Union européenne, *EU Economic Report*, mars 2009

Commission européenne, *CARS 21 - Mid-Term Review High Level Conference - Conclusions and Report*

Commission européenne, *Review of the EU Strategy to Reduce CO₂ Emissions and Improve Fuel Efficiency from Cars - Report on the Public Consultation*, juin-août 2006.

European Environment Agency, *Europe's environment - The fourth assessment*

AEA, *Assessment of Options for the Legislation of CO₂ Emissions from Light Vehicles*, 2008

AEA, *Impacts of Regulatory Options to Reduce CO₂-emissions from Cars, in particular on Car Manufacturers*, 2008

IEA-HEV, *Outlook for Hybrid and Electric Vehicles*, 2009

PriceWaterhouseCoopers, *The Impact of Electric Vehicles on the Energy Industry*

PriceWaterhouseCoopers, *2009 Automotive Review*

World Wide Fund of Nature, *Low-carbon Jobs for Europe - Current Opportunities and Future Prospects*, 2009

IG Metall, *Branchenreport Automobilhersteller 2008*, 2008.

Verband der Automobilindustrie, *Das Nutzfahrzeug - umweltfreundlich und effizient*, 2008

Verband der Automobilindustrie, *Handeln für den Klimaschutz - CO₂ Reduktion in der Automobilindustrie*, 2008

Shell, *Shell Pkw-Szenarien bis 2030 - Fakten, Trends und Handlungsoptionen für nachhaltige Automobilität*, 2009

McKinsey & Company, *Roads toward a Low-carbon Future: Reducing CO₂ Emissions from Passenger Vehicles in the Global Road Transportation System*, 2009

European Federation for Transport and Environment, *Reducing CO₂ Emissions from New Cars: A Study of Major Car Manufacturers' Progress in 2007*, 2008

European Federation for Transport and Environment, *CO₂ Emissions from Transport in the EU27*, 2008

Chimie

ICCA, *Innovations for Greenhouse Gas Reductions: A Life Cycle Quantification of Carbon Abatement Solutions Enabled by the Chemical Industry*, juillet 2009

McKinsey&Company, *Pathways to a Low-carbon Economy*, 2009

Cefic, *Proposal for an ETS Benchmark Methodology for Annex I Installations*, avril 2009

IEA, « High Level Group on the Competitiveness of the European Chemicals Industry – Final Report », 2009

Ecofys, Fraunhofer Institut, *Developing Benchmarking Criteria for CO₂ Emissions*, février 2009

QUIRION Philippe, « Comment faut-il distribuer les quotas échangeables de gaz à effet de serre ? », *Revue française d'économie*, n° 2, vol. XXII, 2007

Cefic, *Energy-climate Package, Exposure of the Chemical Industry to International Competition and Risk of Carbon Leakage*, mai 2008, version 2

Commission européenne, IPPC, *Reference Document on Best Available Techniques for Manufacture of Large Volume Organic and Inorganic Chemicals, Polymers and Glass*, Rapport technique n° 04/2009

Annual European Community Greenhouse Gas Inventory 1990-2007 and Inventory report 2009, Submission to the UNFCCC Secretariat, mai 2009

OMC, PNUE, *Commerce et changement climatique*, 2009

Construction électrique

Bundesministerium für Umwelt, *Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), GreenTech made in Germany 2.0 - Umwelttechnologieatlas für Deutschland*, 2009

Die Bundesregierung, « Schwerpunkt Maschinen- und Anlagenbau », *Magazin für Wirtschaft und Finanzen*, n° 056, mars 2008, disponible sur Internet à

l'adresse : <http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Magazine/MagazinWirtschaftFinanzen/056/sp-3-deutscher-maschinen-und-anlagenbau-wichtiger-motor-im-deutschen-export.html>

Electra Report, *Annex 1, Statistics, Facts & Figures*
Commission européenne, *Wachstum und Beschäftigung - Eine umweltfreundliche Wirtschaft*, 2009, disponible sur Internet à l'adresse : http://ec.europa.eu/growthandjobs/key/energy-efficiency/index_de.htm

Eurostat, *The Main Features of the EU Manufacturing Industry, Statistics in Focus*, 37/2008, disponible sur Internet à l'adresse : http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-08-037/EN/KS-SF-08-037-EN.PDF

Ifeu, Fraunhofer ISI, GWS, Prognos, *Klimaschutz, Energieeffizienz und Beschäftigung. Potenziale und volkswirtschaftliche Effekte einer ambitionierten Energieeffizienzstrategie für Deutschland*, 2009

McKinsey & Company, *Wettbewerbsfaktor Energie. Neue Chancen für die deutsche Wirtschaft*, 2009

Statistisches Bundesamt, *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Input-Output Rechnung 2006*, vol. 18, n° 2, août 2009

VDMA, *Energie- und Umwelttechnologien. Aufbau und Sicherung neuer Märkte für den Maschinen- und Anlagenbau*, présentation Powerpoint, Leipzig, février 2009

Raffinage

Concawe, *Impact of Product Quality and Evolution on EU Refineries at the 2020 Horizon - Report 8/08*, décembre 2008

Elsevier, *CO₂ Capture for Refineries, a Practical Approach*, 2009

Europa, *Annual Report 2008*

UFIP (Union française des industries pétrolières), *Les marchés du gazole et du fuel domestique à l'horizon 2015*, juin 2008

ZEP (Zero Emission Fossil Fuel Power Plant), *EU Demonstration Programme for CO₂ Capture and Storage*, novembre 2008

Matériaux isolants

CSTB, *Comparaison internationale bâtiment et énergie*, décembre 2007

DRIRE Auvergne, *Les producteurs auvergnats de matériaux de construction*, septembre 2008

Ecofys, *The Contribution of Mineral Wool and other Thermal Insulation Materials to Energy Saving and Climate Protection in Europe*, Report established for Eurima

CITEPA, *Rapport national d'inventaire*, mars 2009

Énergies renouvelables

CAPROS P. et al., *Model-based Analysis of the EU Policy Package on Climate Change and Renewables*, Report to European Commission DG-ENV, 2008.

Commission européenne, MITRE, *Overview Report, Meeting the Targets and Putting Renewables to Work*

Eclareon, *Auszüge der Studie: Umsatzpotenziale der deutschen Erneuerbare Energien Branche im Jahr 2020*, 2009

Ecofys et al., *The Impact of Renewable Energy Policy on Economic Growth and Employment in the European Union*, 2009.

European Renewable Energy Council (EREC) and Greenpeace, *Energy [r]evolution: A Sustainable World Energy Outlook*, 2007

European Renewable Energy Council (EREC), *Renewable Energy Technology Roadmap 20% by 2020*, 2008

Fraunhofer ISI, *Innovation Dynamics and Competitiveness of Germany in Important Green Future Markets*, 2008.

International Energy Agency, *Energy Technology Perspectives 2008*

International Energy Agency, *World Energy Outlook 2007*

McKinsey Deutschland, *Wettbewerbsfaktor Energie, Neue Chancen für die deutsche Wirtschaft*, 2009

World Wide Fund for Nature (WWF), *Low Carbon Jobs for Europe, Current Opportunities and Future Prospects*, 2009

Wissenschaftsladen Bonn, Bühler Theo et al., *Ausbildung und Arbeit für Erneuerbare Energien*, Statusbericht 2007

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, *Ökonomische Chancen für die deutsche Industrie resultierend aus einer weitweiten Verbreitung von CSP (Concentrated Solar Power) - Technologien*, 2009

O'SULLIVAN Marlene et al., *Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2008, eine erste Abschätzung*, 2009

Charbon propre

ZEP (European Technology Platform Zero Emission Fossil Fuel Power Plants), *ZEP's Proposal : EU Demonstration Programme for CO₂ Capture and Storage (CCS)*, novembre 2008

ZEP, « Comitology Process version 10 », *Position Paper*, 30 mars 2009

« Implementation of New Entrant Reserve Funding », *ZEP Recommendations*, juin 2009

ZEP Task-Force on Technology, *Recommendations for RTD, Support Actions and International Collaboration Activities within FP7 Energy Work Programmes and National RTD Programmes in Support of Deployment of CCS in Europe*, mai 2008

ZEP, *Captage et stockage du CO₂, de l'importance de lutter contre le réchauffement planétaire*, mai 2008

ZEP, *CO₂ Capture and Storage (CCS) - Matrix of technologies*, « *Technology Blocks* », octobre 2008

Euracoal, *The Long-term Perspectives for Coal in the EU Electricity Sector*, octobre 2007

Euracoal, *Coal Industry across Europe 2008*, août 2008

PUDIL Peter, President of Euracoal, « European Coal and Lignite: Perspectives and Challenges 2009 », Euracoal Conference, janvier 2009

Dr DIERCKS, Secretary general of Euracoal, « Workshop on Clean Coal Technologies Regional Office of Silesia in Brussels », juin 2008

Dr. DIERCKS, secretary general of Euracoal, « EU Initiatives on Clean Coal and Carbon Capture », Londres, septembre 2007

Eurelectric, *Making Europe Carbon-Neutral by 2050: the Vision of the Electricity Industry*, février 2009, EU Sustainable Energy Week

Eurelectric, *Comments on Funding Mechanisms for CCS Demonstration, Task-Force on Regulatory Issues for Carbon Capture and Storage*, octobre 2008

Eurelectric, *Views on CCS Demonstration Plant Selection Criteria*, avril 2009

Eurelectric, *Position Paper on Carbon Capture & Storage, Task Force on Regulatory Issues for Carbon Capture and Storage*, avril 2008.

« Working Towards a Carbon-Neutral Power Sector, Interview with Lars G. JOSEFSSON, President of Eurelectric », *IEA Open Energy Technology Bulletin*, n° 60, juillet 2009

« Co-Financing of CCS and Innovative Renewable Energy Demonstration Projects under the EU-ETS New Entrants, Reserve », *Eurelectric Comments Paper*, septembre 2009

CCS, Eurelectric, *Eurelectric Comments on Demo Plant Selection*, septembre 2009

Colloque international, « Capture et stockage géologique du CO₂ : innovations, enjeux industriels et réalisations », Paris, 2 octobre 2007 :

- BRGM, IFP, Ademe, APPERT Olivier, président de l'IFP, *CCS, vers un déploiement industriel en 2020*
- VESSERON Philippe, président du BRGM, *CO₂ Geonet, un réseau d'excellence européen sur le stockage du CO₂*

Royaume-Uni

ACCAT (UK Advisory Committee on Carbon Abatement Technologies), *Accelerating the Deployment of Low-carbon Abatement Technologies*, février 2009

AEA, *Future Value of Coal Carbon Abatement Technologies to UK Industry*, décembre 2008

CCS Association, *Building a Low-carbon Economy*

Doosan Babcock, *Annual Report 2008*

Doosan Babcock, *Securing the Future with Carbon Capture*

IEA (International Energy Agency), *CO₂ Capture and Storage: A Key Carbon Abatement Option*, 2008

Mc Kinsey, *Pathways to a Low Carbon Economy*, 2009

Prospect, *The Future for Clean Coal - a Prospect Seminar*, janvier 2009

Prospect, *Energy Lines*, Prospect newsletter, n° 3, juillet 2009

Prospect, *The Future of Britain's Electricity Networks*, mars 2009

TUC (Trades Union Congress), *Changing Work in a Changing Climate*, 2009

TUC, *Response of the TUC's Clean Coal Task Group to the Consultation Document: "A Framework for the Development of Clean Coal"*, septembre 2009

UK Coal Plc, *Annual Report 2008*

Gouvernement britannique, *A White Paper on Energy*, mai 2007

Gouvernement britannique, *New Industry, New Jobs*, avril 2009

Ministère britannique de l'Énergie et du Changement climatique, *Climate Change Act 2008 : Impact Assessment*, mars 2009

Ministère britannique de l'Énergie et du Changement climatique, *Technical Analysis of Carbon Capture & Storage (CCS) Transportation Infrastructure*, mai 2009

Ministère britannique de l'Énergie et du Changement climatique, *A Framework for the Development of Clean Coal: Consultation Document*, juin 2009

Ministère britannique de l'Énergie et du Changement climatique, *The UK Low-carbon Transition Plan*, juillet 2009

Ministère britannique des Affaires, de l'Innovation et des Compétences, ministère britannique de l'Énergie et du Changement climatique, *The UK Low Carbon Industrial Strategy*, juillet 2009

WBCSD (World Business Council for Sustainable Development), *Power to Change*, novembre 2008

Allemagne

BINE Informationsdienst (ed.), *Kohlendioxid abtrennen und lagern- Eine neue Technologie im Blickpunkt der Gesellschaft*, 2007

BMU-Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, *Ecological Industrial Policy - Memorandum for a New Deal*, 2006

BMU, BMWI, BMBF (eds.), *Entwicklungsstand und Perspektiven von CCS Technologien in Deutschland*, 2007

BMU (ed.), *RECCS - Ecological, Economic and Structural Comparison of Renewable Energy Technologies (RE) with Carbon Capture and Storage (CCS) presented by the Wuppertal Institute for Climate, Environment, and Energy GmbH and others*, 2007

BMU, *Neues Denken- Neue Energie, Roadmap Energiepolitik 2020*, 2009

BMU, Dr. Dirk Weinreich, *Eckpunkte CCS-Gesetz*, 2009

BMWI, Federal Ministry of Economics and Technology (ed.), *Cooretec Lighthouse*, 2008

Concept, *The Path to Fossil-fired Power Plants for the Future*, Research Report n° 566

BUND, *Stellungnahme zum Entwurf eines Gesetzes zur Regelung von Abscheidung, Transport und dauerhafter Speicherung von Kohlendioxid (CCS-Gesetz)*, mars 2009

Bündnis 90 / Die Grünen, *Klare Regelungen für CCS-Technik - Vorrang für erneuerbare Energien*, 2009

Positionspapier zur CCS (Carbon Capture und Storage) Technologie, mars 2009

Deutscher Bundestag, *Bericht des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung gemäß §56a der Geschäftsordnung*, Drucksache 16/9896, 2008

Deutscher Bundestag, *Gesetzentwurf der Bundesregierung: Gesetz zur Regelung von Abscheidung, Transport und dauerhafter Speicherung von Kohlendioxid*, Drucksache 16/12782, *Gesetzentwurf der Bundesregierung*, avril 2009

Die Linke, *Technologieversprechen CCS verlängert Kohleära und bremst Energiewende*, 2009

Deutscher Gewerkschaftsbund (DGB), *Energiepolitische Thesen des DGB, Nachhaltige Energieversorgung vor dem Hintergrund klimapolitischer Notwendigkeiten*, *Bundesvorstandsbeschluss vom März 2009*, 2009

Deutscher Gewerkschaftsbund (DGB), *Stellungnahme des Deutschen Gewerkschaftsbundes: Entwurf eines Gesetzes zur Regelung von Abscheidung, Transport und dauerhafter Speicherung von Kohlendioxid (CCS)*, 2009

Econsense, Forum für Nachhaltige Entwicklung der Deutschen Wirtschaft e.V., *Klimatech-Atlas*, 2009

Euractiv, *EU Kicks off Battle for Billion of Energy Funds*, juin 2009

Eurostat, *Panorama of Energy, Energy Statistics to support EU policies and solutions*, 2009

Parlement européen, *Directive 2003/87/EC on Greenhouse Gas Emission Allowance Trading*, 2003

FDP Fraktion, *Rechtliche Grundlagen für die Einführung von CCS-Technologien unverzüglich schaffen*, Deutscher Bundestag Drucksache 16/11751 16. Wahlperiode, janvier 2009

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (ed.), *Investments for a Climate-friendly Germany, Synthesis Report*, Berlin, 2008

Greenpeace, Smid Karsten, *Stellungnahme zum Referentenentwurf, Gesetz zur Regelung von Abscheidung, Transport und dauerhafter Speicherung von Kohlendioxid*, mars 2009

Hilbrecht Heinz, « Security of Supply and Clean Coal Technologies », présentation au CCT, 2009

IEA, *World Energy Outlook 2008*

IG BCE, *CCS-Gesetzgebungsverfahren: Schmoltd: Keine neuen Hürden für moderne Kohleverstromung*, juin 2009, disponible sur Internet à l'adresse : www.igbce.de.

IG BCE, Communiqué de presse, « Unverantwortlicher Tiefschlag », juin 2009, disponible sur Internet à l'adresse : http://www.igbce.de/portal/site/igbce/XIII_31_scheitern_ccs-gesetz/.

IG BCE, *Verschiebung der CCS-Richtlinie. Trauerspiel für Klimaschutz und Standort*, juin 2009, disponible sur Internet à l'adresse :

<http://www.igbce.de/portal/site/igbce/menuitem.4615a485d0551cc3bf03d810c5bf21ca/>

Information Centre for Climate Friendly Coal Fired Power Plants (ed.), *Transport of CO₂, Pipelines for Climate Protection*

IZ-Klima, *Transport von CO₂- Pipelines für den Klimaschutz*, 2009

KLOPFLEISCH Reinhard, « CO₂ soll unter die Erde », *Energiewirtschaft Fachbereich Ver- und Entsorgung*, mai 2008

KLOPFLEISCH Reinhard, *Deutsche Kohlekraftwerke benachteiligt*, 2008

MATTHES Felix Chr., *Ein weiter Blick auf die CO₂-Infrastruktur - Schlüssel zur CCS-Debatte*, 2009

McKinsey&Company Inc., *Costs and Potentials of Greenhouse Gas Abatement in Germany, a Report on Behalf of BDI initiativ - Business for Climate*, 2009

McKinsey&Company Inc., *Carbon Capture & Storage: Assessing the Economics*, 2008

McKinsey&Company Inc., *Wettbewerbsfaktor Energie*, 2009

Nature and Biodiversity Conservation Union (NABU), communiqué de presse, *Besser kein Gesetz als ein Risiko-Gesetz*, juin 2009

PROGNOS AG, *Ökonomische Effekte der Einführung von CCS in der Stromerzeugung, Study on Behalf of RWE AG*, 2009

ROLLAND Wolfgang, *Entwicklung der CCS-Technologie bei Vattenfall*, 2008, disponible sur Internet à l'adresse :

http://www.ahkungarn.hu/fileadmin/user_upload/Dokumente/Bereich_HF/Dienstleistungen/Kooperationsboersen/Rolland.pdf

RWE Power, *Power: Perspectives 2008. CCS- Carbon Capture and Storage*, 2008, disponible sur Internet à l'adresse :

<https://www.rwe.com/web/cms/mediablob/en/247452/data/39418/blob.pdf>

German Advisory Council on the Environment (SRU), communiqué de presse, *Avoiding a premature commitment: Debate needed before setting the course for CO₂ storage*, mars 2009

German Advisory Council on the Environment (SRU), *Stellungnahme: Abscheidung, Transport und Speicherung, Der Gesetzentwurf der Bundesregierung*, n° 13, avril 2009

SCHMOLDT Hubertus, « CCS auf dem Weg von der Vision zur Wirklichkeit », in Forum für Zukunftsenergien (Eds.), *Carbon Capture and Storage. Berichte und Positionen*, 2008

Schleswig-Holsteinischer Zeitungsverlag (SHZ), *Regierung gegen Gesetz für CO₂-Speicherung*, juin 2009

Statistisches Bundesamt, *Erneuerbare Energieträger*, 2008, disponible sur Internet à l'adresse : www.destatis.de

Sueddeutsche Zeitung, « Gerangel um die Atomaufsicht », juillet 2009, disponible sur Internet à l'adresse :

<http://www.sueddeutsche.de/politik/46/479535/text/>

Umweltbundesamt, *Assessment of Technologies for CO₂ Capture and Storage - Summary*, 2006, disponible sur Internet à l'adresse :

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-k/k3076.pdf>

Ver.di, *Grundsätze für ein Energiekonzept für Deutschland*, Berlin, mai 2005, disponible sur Internet à l'adresse :

http://verundentsorgung.verdi.de/ver_und_entsorgungspolitik/energiekonzept/grundsatz_fuer_energiekonzept/data/verdi-energiekonzept.pdf

VGB Powertech, Eurelectric, *Position of the VGB/ Eurelectric ad hoc Group « New Technologies - Carbon Capture and Storage »*, 2007, disponible sur Internet à l'adresse :

http://www.vgb.org/vgbmultimedia/News/070812+_CCS_VGB_PosPaper-view_image-1-called_by-vgborg-original_site--original_page-12206.pdf

Wuppertal Institut, *RECCS- Strukturell-ökonomisch-ökologischer Vergleich regenerativer Energien mit Carbon Capture and Storage*, 2007, disponible sur Internet à l'adresse :

http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/RCCS-Endbericht-lang.pdf

Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy and Jülich Forschungszentrum, Schumann Diana and Pietzner Katja, *Social Acceptance of Carbon Capture and Storage in Germany, Paper Presented at the CCT Conference in Dresden*, mai 2009

Pologne

BLASCHKE W., „Problemy produkcji czystych energetycznych węgla kamiennych, Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej, Zeszyt Nr 21, Seria: Inżynieria Środowiska, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, 2003

- CIEPIELA D., „GIG rozpoczął doświadczenia ws. zgazowania węgla”; serwis informacyjny wnp.pl; 15 maja 2009
- Energysys, Raport 2030: wpływ proponowanych regulacji unijnych w zakresie wprowadzenia europejskiej strategii rozwoju energetyki wolnej od emisji CO2 na bezpieczeństwo energetyczne Polski”, czerwiec 2008
- FRĄCZEK M., „Sektor górnictwa węgla kamiennego w Polsce”, Konferencja Ekonomia i organizacja przedsiębiorstw publicznych, warszawa, lipiec 2008;
- KLANK M., „Perspektywy wykorzystania węgla w Polsce w aspekcie czystych technologii węglowych”, Gospodarka Surowcami Mineralnymi, Tom 23 Zeszyt 2, 2007
- KULESA M., „Nowe uwarunkowania wspierana energii z OZE oraz Kogeneracji, inne wybrane zagadnienia wprowadzenia nowelizacją ustawy - Prawo energetyczne z 8 grudnia 2006 r.”, Warszawa, posiedzenie Komitetu Rynek PKEE, 9 stycznia 2006;
- MALKO J., „Zagrożenia polskiej elektroenergetyki w strukturze UE”, Polityka energetyczna, Tom 11 Zeszyt 1, 2008
- MALINOWSKI D., „Wyścig po czysty węgiel”, serwis informacyjny wnp.pl, 1 czerwiec 2009
- MALKO J., „O przyszłości węgla w elektroenergetyce”, Rynek Energii - nr 5/2007
- Ministerstwo Gospodarki, „Polityka energetyczna Polski - Strategia do 2030 roku”; projekt z dnia 31.07.2008
- Ministerstwo Środowiska; „Polityka klimatyczna Polski: Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020”, październik 2003 r.
- PAWŁAK W., „Polska strategia energetyczna; „Infrastruktura - Środowisko - Energia” - dodatek lobbingowy do "RZECZPOSPOLITEJ" z dnia 9 września 2008 r.
- PĘCZAŁSKI Z., „Problematyka „czystej” energii elektrycznej i koniecznej transformacji energetyki w ciągu 15-20 lat (wdrażanie Dyrektywy UE 2001/80/WE)”, Lipiec 2002
- Dr RIEDEL R., „Przyszłość technologii przechwytywania i składowania dwutlenku węgla w Europie - czy uda nam się „pogrzebać” źródło globalnego ocieplenia?” energetyka, luty 2009
- SKOCZKOWSKI T., „Instrumenty wspierające rozwój nowoczesnych technologii energetycznych”, Polityka energetyczna, Tom 10 Zeszyt specjalny 2, 2007
- SUWAŁA W., „Technologie czystego węgla”, Biuro Analiz sejmowych, „infos” n° 7 (31) 10 kwietnia 2008
- TARKOWSKI R., „Emisja CO2 w Polsce w 2004 roku w aspekcie podziemnego składowania”, Gospodarka Surowcami Mineralnymi, Tom 23 Zeszyt 2, 2007
- ŻMIJEWSKI K., „Polska wobec zmian klimatycznych i Pakietu Klimatyczno - Energetycznego”; Heinrich Boll Stiftung, 11 października 2008r.
- ŻMIJEWSKI K., Energetyka polska - strategia inwestycji; Politechnika Warszawska; „Energetyka Ciepła i Zawodowa” - 2/2009
- ŻUK S., „Branża węgla brunatnego w Polsce”, 2008

Entretiens

Raffinage et chimie

J. Larivé, director environment, Concawe
R. van Sloten, Executive Director Industrial Policy, CEFIC
C. Lins, Secretary general, EREC

Sidérurgie et aluminium

J.-C. Charbonnier : secrétaire general de l'ESTEP (European Steel Technology Platform)
B. Kohl : directeur Environment d'Eurofer
J.-P. Birat : coordinateur du programme Ulcos (ESTEP)
R. Jeekel : directeur Energy & climate change policy, Eurometaux

Matériels électriques

A. Harris, Secretary General, Orgalime

Matériaux de construction, céramique

J. te Bos, director general, Knauf Insulation
V. Briard, Head of Strategy and sustainable development, Knauf Insulation
R. Batier, secretary general, Cerame-Unie

Construction ferroviaire

E. Fontanel, general manager, UNIFE

Charbon propre

Royaume-Uni

J. Shapiro : CCS Association
M. Farley : Doosan Babcock
D. Meredith : E.On

D. Rutland : DECC (Department of Energy and Climate Change)
S. Ferns : Prospect (affiliate of TUC)
M. Clancy : Prospect (affiliate of TUC)
R. Sneddon : Community (affiliate of TUC)
T. Kerr : International Energy Agency
P. Pearson : TUC

Pologne

K. Grajcarek : Solidarność
K. Szytnol : PKEE
J. Tchórz : directeur du département de Développement de la technologie, PKE
L. Kurczabyński : directeur de la Promotion et des analyses de marché, Coal Holding Katowice Company (KHW)
P. Litwin : directeur du Développement et des investissements, Energa

Allemagne

Partenaires sociaux

A. Thomas : Ressortleiterin Technologie et Environnement, IG Metall Frankfurt
Dr. R. Bartels : IG BCE, Hannover
Dr. R. Klopffleisch : Energiereferent Verdi, Berlin

Experts

K. Pietzner, A. Esken et P. Viebahn : Wuppertal Institut
Prof. Dr.-Ing. A. Kather : Technical University Hamburg-Harburg, chairman of Cooretac

Opérateurs de centrales

D. Müller, head of project Communications, CCSVattenfall, Berlin

Producteurs d'équipements

J. Karg : head of Business development IGCC, Siemens Energy, Erlangen
T. Opderbeck : Energy Communications vice-president, Siemens Energy, Erlangen
A. Schimkat : manager External affairs Germany, Alstom, Mannheim

Europe

A. Hercsuth : projekt officer, DG TREN, Commission européenne

W. Raldow : head of Unit « Energy - Energy conversion and distribution system », DG Research, Commission européenne

J. Lipponen : head of unit « energy policy & generation », Eurelectric

Dr T. Diercks : secrétaire general, Euracoal

D. Bonijoly : coordonnateur CO2 projects (Castor, Geonet...), BRGM

F. Kalaydjian : directeur, Sustainable Development Technologies Division, IFP

P. Paelinck : directeur, CO2 Systems Business Development, Alstom

T. Kerr : senior energy analyst, IEA

B. Beck : Energy Technology Policy Division, IEA



Syndex
27, rue des Petites-Écuries
75010 Paris – France
Tél. : (33) 1 44 79 13 00
Fax : (33) 1 44 79 09 44
www.syndex.fr

Wilke, Maack und Partner | wmp consult

Wilke, Maack und Partner
Unternehmensberatung
Schaarsteinwegsbrücke 2
20459 Hamburg
Tel. +49 40 43 27 87-43
Fax +49 40 43 27 87-44
<http://wilke-maack.de>

S.)partner
grupa syndex

S. Partner Sp. z o.o.
ul. Wspólna 35 lok. 10
00-519 Warszawa
tel. +48 22 380 33 60
fax +48 22 380 33 66
www.syndex.pl