



Énergies d'avenir

en Nord-Pas de Calais

QUELLES SOLUTIONS AU DEREGLEMENT CLIMATIQUE ?

Diviser par 4 nos émissions de CO₂ sans renouveler les réacteurs nucléaires
de Gravelines est possible.
Sobriété, efficacité et énergies renouvelables...
Telles sont les solutions proposées par cette étude.
Enclenchons un réel virage énergétique.

RAPPORT COMPLET

version 1.0
janvier 2008

Porter la région comme fer de lance de la lutte contre le dérèglement climatique, se passer du renouvellement des réacteurs nucléaires de Gravelines : c'est possible.

Le plan Virage-énergie Nord-Pas de Calais propose une voie réaliste et durable jusque l'horizon 2050.

Aboutissement de plus d'un an de travaux et de dialogue avec des acteurs régionaux, ce scénario de « Facteur 4 sans nucléaire », exercice unique en région, propose, à partir d'arguments chiffrés et étayés, des politiques publiques incontournables pour l'avenir énergétique de notre région.

Transports, énergies renouvelables, industrie, bâtiments, aménagement du territoire... tous les thèmes de nos activités et de notre vie quotidienne sont ici abordés. Nous sommes tous concernés : décideur politique ou économique, responsable associatif, citoyen. Curieux et désireux de connaître les solutions possibles en région, ils trouveront ici de quoi alimenter leur réflexion, guider leur action et refaire le plein ... d'énergie !

Ce travail a pu se réaliser grâce aux cotisations et aux dons des adhérents de l'association ainsi qu'au soutien financier de



Regroupant individus et personnes morales, l'association réunit des compétences dans les domaines des énergies, de l'ingénierie, des sciences physiques, humaines et sociales. Elle s'est adjoint l'assistance technique du cabinet d'études E&E consultant spécialisé en énergie et environnement. Ce travail s'est également enrichi de l'expertise d'une trentaine d'acteurs régionaux (élus, professionnels, associations) consultés à l'occasion de trois séminaires de travail à l'automne 2007.

Que ces personnes soient ici chaleureusement remerciées pour leur implication et leur soutien.

Rapport disponible sur www.virage-energie-npdc.org
ou en version papier au tarif de 15 euros à commander auprès de l'association

Association Virage-énergie Nord-Pas de Calais

Maison Régionale de l'Environnement et des Solidarités

23 rue Gosselet

59000 Lille

contact@virage-energie-npdc.org

www.virage-energie-npdc.org

Préambule – Pourquoi sortir du nucléaire ?

La présente étude a pour objet d'identifier les moyens à mettre en œuvre en région Nord-Pas de Calais pour diviser par quatre les émissions régionales de CO₂ et pour se passer du renouvellement des réacteurs nucléaires situés à Gravelines.

Cette étude n'a pas pour objet de présenter les raisons d'abandonner l'énergie électronucléaire. On ne citera ici que quelques arguments, parmi d'autres, qui ont motivé le cahier des charges de la présente étude :

- *le risque technologique.* Un accident nucléaire, c'est une région entière contaminée et inhabitable pendant des milliers d'années et des victimes innombrables. Le risque nucléaire est un risque particulier : en cas d'accident, ce sont non seulement les générations actuelles qui subissent les dommages et les contaminations toxiques et radioactives mais aussi les populations futures, et ce sur des milliers de générations. Le risque nucléaire est de ce point de vue inacceptable.
- *le risque terroriste.* Une attaque terroriste sur une installation nucléaire ou lors d'un convoi de transports de matières fissiles (elles-mêmes pouvant être détournées à des fins terroristes) est un risque supplémentaire exercé sur les populations.
- *le modèle socio-économique.* Le nucléaire engendre un système de production électrique hyper centralisée (en région Nord-Pas de Calais, le site de Gravelines) et donc vulnérable. Produire l'électricité autrement, c'est-à-dire par des sources d'énergies renouvelables, permet de créer un système électrique créant davantage d'emplois, ces derniers étant en outre mieux répartis sur le territoire.

La question n'est pas, au final, de débattre du niveau des risques encourus, la question est plutôt de savoir si l'on peut tout simplement se passer de ces risques. A l'opinion publique amenée bien souvent à penser que le nucléaire est un « mal nécessaire », l'association Virage-énergie Nord-Pas de Calais souhaite apporter, à travers une étude scientifique et pluridisciplinaire détaillée et argumentée, les réponses démontrant qu'une alternative est possible.

Sommaire

Introduction

Chapitre 1 – Cadrage et résultats globaux

Chapitre 2 – Energies renouvelables

Chapitre 3 – Transports

Chapitre 4 – Ville et mobilité

Chapitre 5 – Bâtiment

Chapitre 6 – Culture et énergie

Conclusion

Pour aller plus loin

Les contributeurs au projet

**La meilleure façon de prévoir l'avenir est encore
de le construire**

PRECISION

À partir d'analyses et d'un scénario chiffré, cette étude propose des politiques et des actions à mettre en œuvre en Nord-Pas de Calais. Comme tout exercice de ce type, cette étude approfondit une série de thèmes et de problématiques, sans couvrir bien évidemment l'exhaustivité des questions liées à l'énergie. Ce travail a aussi, à cet égard, pour vocation de susciter de nouvelles pistes de travail et de recherches sur les questions de division par quatre des émissions de CO₂ et de sortie du nucléaire en Nord-Pas de Calais.

La reproduction totale ou partielle de ce document, sans en déformer le sens, est vivement encouragée. Il est demandé, alors, d'en préciser la source.

Introduction - Energie et climat : pourquoi notre région doit agir maintenant ?

Dérèglement climatique et activités humaines : des liens scientifiquement établis

Dans son quatrième rapport paru en 2007, le Groupement intergouvernemental d'experts sur le climat (GIEC), mandaté par l'Organisation des Nations Unies (ONU), a confirmé le rôle de l'Homme dans le réchauffement climatique constaté au cours de la seconde moitié du 20^{ème} siècle. L'enjeu aujourd'hui est de contenir la hausse des températures à moins de 2°C, au risque de bouleversements extrêmes. Cela revient à diviser par plus de deux les émissions mondiales, et donc par au moins quatre celles des pays dits « riches », et ce d'ici 2050.

Division par 4 de nos émissions de CO₂ : quand le Nord-Pas de Calais se saisit de l'objectif de la France

La France s'est engagée à diviser par 4 ses émissions de CO₂ en inscrivant, le 13 juillet 2005, cet objectif de « Facteur 4 », dans l'article 2 de la loi de programme fixant les orientations de la politique énergétique (Loi n°2005-781).

L'Association Virage-énergie Nord-Pas de Calais propose un chemin pour y parvenir. À l'échelle régionale, agir est d'autant plus urgent que la région est vulnérable :

- la centrale nucléaire située à Gravelines, la plus puissante d'Europe avec ses six réacteurs, fonctionne certes sans heurt sérieux depuis bientôt trente ans. Mais il subsiste toujours le risque d'un accident nucléaire majeur pouvant contaminer les terres et les populations actuelles et futures de manière irréversible ;
- l'économie, comme le mode de vie des habitants, sont dépendants à plus de 95% d'énergies fossiles et à 100% d'uranium. Jusqu'alors bon marché, ces combustibles subissent dès aujourd'hui une hausse accélérée des prix ;
- l'absence de relief fragilise la région vis-à-vis des inondations et des tempêtes. La virulence et la fréquence de ces dernières s'accroissent...

Vers un projet porteur d'avenir

Ni fatalité, ni optimisme aveugle, mais au contraire la volonté de réfléchir globalement et d'agir localement,

telle doit être la stratégie aujourd'hui. Le « cahier des charges » est clair. Il s'agit de :

- réduire la contribution régionale à l'aggravation de l'effet de serre,
- en anticiper les conséquences inéluctables,
- saisir la fin de vie des réacteurs nucléaires existants comme une opportunité pour entamer un virage énergétique,
- développer activement des solutions de rechange pour survivre à l'épuisement – assuré – des ressources fossiles et de l'uranium.

A nous tous de transformer ce défi en un projet porteur d'avenir !

| | | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. | La méthode utilisée pour cadrer l'étude | 3 |
| 1.1. | Un scénario sur l'énergie avec le CO ₂ comme indicateur | 3 |
| 1.2. | L'intérêt de comparer plusieurs scénarios | 3 |
| 1.3. | La méthode adoptée se base sur celle du scénario national officiel « Facteur 4 » | 3 |
| 1.4. | Remarques sur l'agriculture | 4 |
| 1.5. | Précision sur la modélisation | 4 |
| 2. | Les hypothèses choisies pour la construction des scénarios | 4 |
| 2.1. | Préambule | 4 |
| 2.2. | Principales hypothèses communes | 5 |
| 2.2.1. | La démographie | 5 |
| 2.2.2. | Principales hypothèses de croissance économique | 5 |
| 2.2.3. | Hypothèses sur l'industrie | 6 |
| 2.2.3.1. | Hypothèses générales | 6 |
| 2.2.3.2. | Le cas de la sidérurgie | 7 |
| 2.2.3.3. | Le cas de l'aluminium | 8 |
| 2.2.3.4. | Conclusion | 8 |
| 3. | Le scénario Virage-énergie : présentation globale des résultats et comparaison avec les scénarios « laisser-faire » et « Facteur 4 - Enerdata » | 9 |
| 4. | Le scénario Virage-énergie : explications détaillées | 11 |
| 4.1. | Résultats globaux | 11 |
| 4.1.1. | Fonction chaleur : bilan « Virage-énergie » des énergies thermiques | 11 |
| 4.1.2. | Bilan carbone incluant l'électricité | 12 |
| 4.2. | Scénario Virage-énergie sur l'habitat et le tertiaire | 13 |
| 4.2.1. | Hypothèses retenues | 13 |
| 4.2.2. | Evolution du parc d'habitations | 14 |
| 4.2.3. | Evolution du parc tertiaire | 15 |
| 4.2.4. | Evolution des moyens de chauffage | 16 |
| 4.2.4.1. | Dans l'habitat | 16 |
| 4.2.4.2. | Dans le secteur tertiaire | 17 |
| 4.2.4.3. | La montée des réseaux de chaleur | 18 |
| 4.2.4.4. | Alimentation des réseaux de chaleur | 18 |
| 4.2.5. | La consommation électrique spécifique | 20 |
| 4.3. | Le scénario Virage-énergie sur les transports | 22 |
| 4.3.1. | Principales hypothèses sur les transports | 22 |
| 4.3.2. | Taux de motorisation automobile | 23 |
| 4.3.3. | Transports collectifs | 26 |
| 4.3.4. | Cohérence d'ensemble du scénario Virage-énergie | 26 |
| 4.3.5. | Transports de marchandises | 28 |
| 4.3.6. | Les consommations de carburant du transport pour les passagers et les marchandises | 29 |
| 4.3.7. | Agriculture et agrocarburants | 31 |
| 4.3.8. | Véhicules électriques et hybrides | 31 |
| 4.3.9. | Aviation | 32 |
| 4.3.10. | Bilan global des énergies consommée par les transports | 32 |
| 4.4. | L'industrie dans le scénario Virage-énergie | 34 |
| 4.4.1. | Les économies réalisées sur l'industrie par le scénario Virage-énergie | 34 |
| 4.4.2. | Récupération de la chaleur issue de l'industrie | 34 |
| 4.4.3. | Solaire thermique dans l'industrie | 35 |
| 4.4.4. | Les combustibles spéciaux et le recyclage | 35 |
| 4.4.5. | La sidérurgie | 36 |

| | | |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4.6. | Demande finale de chaleur dans l'industrie : évolution Virage-énergie..... | 37 |
| 4.4.7. | Demande électrique dans l'industrie : évolution..... | 38 |
| 4.5. | Demande et offre électrique | 38 |
| 4.5.1. | Une politique radicale d'économies qui permet une stabilisation puis une diminution de la consommation électrique..... | 38 |
| 4.5.1.1. | L'enjeu d'une politique d'économies dans la consommation électrique | 38 |
| 4.5.1.2. | La consommation d'électricité dans Virage-énergie..... | 39 |
| 4.5.2. | Couverture des besoins électriques : évolution..... | 39 |
| 4.5.2.1. | Offre d'électricité actuelle : le cadre chronologique..... | 40 |
| 4.5.2.2. | Le productible électrique..... | 40 |
| 4.5.2.3. | Ce qu'impliquerait une production électrique renouvelable en 2050 reposant sur un bouquet énergétique varié | 42 |
| 4.5.3. | La production électrique du scénario Virage-énergie..... | 42 |
| 5. | Bilan sur les importations d'énergie..... | 43 |
| 6. | Annexes..... | 45 |
| 6.1. | Annexe 1 – La sidérurgie..... | 45 |
| 6.1.1. | Que dit le GIEC ?..... | 45 |
| 6.1.2. | La réduction à la source..... | 46 |
| 6.1.3. | Les recyclages | 46 |
| 6.2. | Annexe 2 – Résumé des hypothèses | 49 |
| 6.3. | Annexe 3 – Quelques rappels sur les unités | 55 |

IMPORTANT - Dans cette étude, les résultats du scénario Virage-énergie sont comparés à ceux des scénarios ci-après nommés « Laisser-faire » et « Facteur 4 – Enerdata ». Ces derniers sont basés sur des hypothèses élaborées par le cabinet Enerdata qui ont été formulées dans le cadre d'un scénario prospectif de Facteur 4 national réalisé en 2005. La transposition régionale du scénario « Facteur 4 – Enerdata », nécessaire au présent exercice de comparaison, a été réalisée par Virage-énergie Nord-Pas de Calais. Les résultats n'engagent que cette dernière.

1. La méthode utilisée pour cadrer l'étude

1.1. Un scénario sur l'énergie avec le CO₂ comme indicateur

Responsable de 73% des émissions de gaz à effet de serre en France, le CO₂ provient de la production et de la consommation d'énergie (plus exactement de sa « transformation »). Le scénario Virage-énergie propose une évolution des modes de production et de la demande en énergie d'ici 2050, dans le but de diviser par quatre les émissions régionales de CO₂¹. Seules sont envisagées les technologies aujourd'hui disponibles ou de manière certaine proches de l'être. Pour la sidérurgie et l'automobile, le scénario Virage-énergie fait appel à des technologies en cours de développement.

1.2. L'intérêt de comparer plusieurs scénarios

L'objectif d'un scénario n'est pas de dire : voilà où nous allons, mais : voilà les différentes routes possibles si tel ou tel événement se produit ou si telle ou telle décision est prise.

Un scénario, s'il est comparé à un autre, est plus facile à comprendre. Il sera aussi plus aisé de se rendre compte du « degré de volontarisme » du scénario Virage-énergie s'il est comparé à un autre scénario « institutionnel » élaboré par les pouvoirs publics, l'administration publique.

Le passage par un chiffrage le plus complet possible n'est donc pas destiné à donner pour chaque politique une option figée et finale, mais bien à montrer le caractère réaliste ou irréaliste des options prises, ou encore à alimenter la réflexion sur le cadre choisi pour le développement de la région : quelle industrie, quelle économie dessine-t-on par le lancement de tel ou tel chantier ou de telle ou telle politique ?

Virage-énergie Nord-Pas de Calais a pris comme base de travail les déterminants utilisés par le scénario national officiel du « Facteur 4 ». Il s'agit de l'étude réalisée par le bureau d'études Enerdata² sur la France entière, et destinée aux débats de prospective sur le long terme. Il a notamment constitué la base de travail du groupe Facteur 4 présidé par Christian de Boissieu en 2006. Il est à noter aussi que ce scénario a alimenté des réflexions en 2004 à l'échelle de la Région Nord-Pas de Calais, en vue d'un plan climat régional³⁻⁴.

1.3. La méthode adoptée se base sur celle du scénario national officiel « Facteur 4 »

Etablir un scénario, c'est se donner une idée de ce que seront les besoins énergétiques dans le futur et comment ils évolueront à partir d'aujourd'hui (2007). Pour évaluer ces besoins énergétiques (c'est-à-dire la demande), nous devons définir une hypothèse de ce que sera l'avenir. Et ce, pour ce qui concerne les logements, les transports, l'activité économique, etc. De ces hypothèses définissant le futur de l'univers de la région découlent la demande en énergie, évaluée tant au niveau global que par secteur. Les moyens d'économies d'énergie, d'efficacité et de production d'énergies nécessaires sont alors mis en adéquation.

Pour prévoir quelle sera la demande en énergie ces quatre prochaines décennies et proposer les moyens de production d'énergie adéquats, il est nécessaire de formuler des hypothèses sur l'avenir. Le scénario Virage-énergie prend le « niveau de développement » retenu par le scénario « Enerdata »⁵, élaboré dans le cadre de la réflexion nationale sur le « facteur 4 » en 2006 : maintien du niveau de l'industrie, augmentation de la mobilité, niveaux de confort équivalents... Il est essentiel d'avoir à l'esprit ce point de méthode car les hypothèses retenues guident le scénario et brident notamment les propositions qui y sont formulées en terme de sobriété.

Ces hypothèses de croissance (des transports, de la taille des logements, du produit intérieur brut...) sont bien évidemment critiquables. Mais leur adoption par le scénario Virage-énergie permet de pouvoir débattre « d'égal à égal » avec l'un des scénarios « officiels » du facteur 4.

¹ A noter que le CO₂ en région Nord-Pas de Calais correspond à 85% des émissions des gaz à effet de serre totales émises au niveau régional (source : Citepa, Inventaire des gaz à effet de serre en France au titre de la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques," décembre 2005).

² Enerdata, 2005, *Etude pour une prospective énergétique concernant la France*, Direction générale de l'énergie et des matières premières DGEMP), Ministère de l'économie, des Finances et de l'industrie (Minefi), 89 pages.

³ ICE, 2004, « Comment contribuer à l'échelle régionale à la lutte contre le changement climatique », rapport Final, mars 2004.

⁴ Région Nord-Pas de Calais, Atelier prospectif du 8 octobre 2004, *Exercice prospectif 2030 – Quelle politique régionale de lutte contre le changement climatique ?*, diaporama, 20 pages.

⁵ Un autre scénario « Facteur 4 », le rapport « Syrota » a été publié en octobre 2007. Il prend sensiblement les mêmes hypothèses. « *Les perspectives énergétiques de la France à l'horizon 2020-2050* » disponible sur www.strategie.gouv.fr

C'est ainsi que nous avons utilisé ces études faisant référence comme base de comparaison, avec toutes les limites de l'exercice quant aux modes de vie et aux développements économiques à attendre ces quarante prochaines années.

1.4. Remarques sur l'agriculture

L'agriculture représente 1% des émissions régionales de CO₂ mais émet 15% des gaz à effet de serre (GES)⁶. Ceci est dû aux activités agricoles (*élevage et intrants*) qui émettent du méthane et du protoxyde d'azote, puissants gaz à effet de serre. Ces émissions sont aujourd'hui rendues élevées du fait du modèle agricole productiviste dominant (intrants de synthèse, proportion élevée d'élevages...). Ces derniers GES ne sont pas comptabilisés dans le présent scénario, ici consacré à l'énergie. Ceci n'enlève en rien l'importance d'agir sur ces autres émissions de GES, dans le cadre d'un programme de lutte contre le dérèglement climatique. Des travaux pourraient être menés en ce sens pour mettre en évidence la pertinence de solutions alternatives comme l'agriculture biologique, une meilleure gestion des intrants azotés, l'évolution de nos habitudes alimentaires etc.

1.5. Précision sur la modélisation

Dans cette étude, nous avons découpé les énergies en trois catégories traitées séparément :

- Energie thermique (chaleur et carburants)** - L'énergie thermique sous forme de combustible ou directement sous forme de chaleur permet de répondre aux besoins de chauffage et de créer de la force mécanique pour les transports et l'industrie (moteurs des véhicules, des machines et procédés industriels). Les énergies thermiques proviennent aujourd'hui principalement de la combustion d'énergies fossiles dites carbonées, émettrices de gaz à effet de serre (pétrole, gaz, charbon) mais également du soleil (énergie solaire, biomasse) ;
- Energie électrique** - L'électricité répond principalement aux besoins domestiques (lumière, électroménager...) et également mécaniques (moteurs dans l'industrie et les transports). Elle provient aujourd'hui principalement de la chaleur produite dans les centrales thermiques nucléaires ou fossiles (cycle eau/vapeur). L'électricité est produite aussi à partir de l'énergie solaire (cellules photovoltaïques) et d'un de ses dérivés, le vent. La production d'électricité peut être combinée à la production de chaleur de manière à augmenter le rendement global de la source de production d'énergie : il s'agit alors de cogénération ;
- Energie thermique dont le combustible entre dans le procédé chimique** - Le charbon sous forme de coke ou le coke au bois sont utilisés comme matières premières pour la production d'acier dans la sidérurgie fortement émettrice de CO₂. Ce coke n'apporte pas seulement l'énergie nécessaire à la transformation du minerai de fer en acier, il a également un rôle chimique de réduction du minerai de fer : il ne peut donc pas être substitué par n'importe quelle autre source de chaleur. Pour cette raison et vue l'importance de la sidérurgie dans la région, le combustible utilisé en sidérurgie est considéré à part.

2. Les hypothèses choisies pour la construction des scénarios

2.1. Préambule

Les deux scénarios de référence sont appelés respectivement « laisser-faire » et « Facteur Quatre » ou « F4 » ou « F4 ENERDATA » dans le texte qui suit. Ceci est un raccourci, puisque ces scénarios sont inspirés de ceux des travaux d'Enerdata mais ne lui sont pas attribuables. Il s'agit en effet d'une interprétation régionale de ce travail, réalisée par l'équipe Virage-énergie.

Le scénario « facteur 4 » utilisé en référence n'aboutit en réalité qu'à une fraction de la diminution souhaitée des émissions de CO₂ (facteur d'environ 1,5), ainsi que le montrent les graphes au paragraphe suivant (résultats globaux). Ceci est dû au poids particulier de l'industrie dans le Nord-Pas de Calais, ce qui montre bien que le

⁶ Note sur la méthode : les émissions de CO₂ de l'agriculture sont comptabilisées dans les autres thématiques (bâtiments, transports et industrie).

scénario « F4 » utilisé comme référence n'est qu'une interprétation du travail national publié, sans autre prétention que de servir de point de comparaison au travail de Virage-énergie.

Le scénario laisser-faire, encore appelé « tendanciel » ou « de référence », est lui une projection de la demande d'énergie, sans qu'aucune mesure nouvelle majeure n'intervienne. Les projections se basent sur des postulats de départ inspirés de la tendance actuelle des besoins énergétiques et des normes et politiques existantes.

Dans le travail qui suit, le scénario de Virage-énergie Nord-Pas de Calais est parfois autogène, c'est-à-dire ne dépendre que des données réelles actuelles et d'une évolution souhaitée des politiques, modélisée entièrement par l'équipe Virage-énergie : c'est le cas par exemple de l'évolution de l'habitat et de son approvisionnement par les réseaux de chaleur et les énergies renouvelables. Dans d'autres cas, le cadre de croissance de l'étude de référence est conservé, en particulier, les trafics de marchandises et les productions de l'industrie sont directement dérivés des grandeurs estimées à partir des scénarios de référence.

2.2. Principales hypothèses communes

Pour une bonne part, les évolutions sont peu controversées sur le moyen terme : les évolutions de la population ou de l'industrie sont en effet déjà en germe dans le présent. A plus long terme, ceci est nettement plus discutable puisque les options prises en référence aboutissent à la fois à des niveaux faibles de chômage, à une très forte concentration des emplois dans le tertiaire, tout en maintenant l'industrie à flot par une évolution toujours favorable des productivités. C'est donc dans l'ensemble un exercice basé sur les prévisions actuelles et « optimiste » sur l'activité future, et ceci se retrouve dans les résultats en termes de consommation d'énergie et d'émissions de CO₂. L'exercice en devient d'autant plus difficile pour diminuer l'empreinte régionale sur la planète. La démonstration qu'il est possible de diviser par quatre les émissions régionales moyennant des choix politiques ambitieux est ainsi renforcée.

L'ensemble des hypothèses prises comme base de travail pour le chiffrage du scénario est listé en annexe du document (annexe 2)

2.2.1. La démographie

La projection démographique en Nord-Pas de Calais entre 2010 et 2030 se base sur les données de l'Insee.

Tableau 1 - Projection démographique en Nord-Pas de Calais entre 2010 et 2030 (en millions d'habitants)

| | 2010 | 2020 | 2030 |
|-------------------|------|------|------|
| Population | 4,02 | 4 | 3,99 |
| Ménages | 1,61 | 1,69 | 1,73 |
| Population active | 1,74 | 1,74 | 1,69 |

Source : Région Nord-Pas de Calais, Atelier Prospectif, 2004

2.2.2. Principales hypothèses de croissance économique

Tableau 2 - Cadre de croissance (en % annuel) entre 2001 et 2030

| | 2001-2010 | 2010-2020 | 2020-2030 |
|--------------|-----------|-----------|-----------|
| Agriculture | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| Tertiaire | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Industrie | 2 | 2 | 2 |
| BTP, énergie | 1 | 1 | 1 |
| PIB | 2,3 | 2,3 | 2,3 |

Source : Région Nord-Pas de Calais, Atelier Prospectif, 2004

2.2.3. Hypothèses sur l'industrie

2.2.3.1. Hypothèses générales

Les hypothèses choisies en référence pour le scénario Virage Energie sont identiques à celles du scénario national « Facteur 4 » réalisé par le cabinet Enerdata pour le compte du Ministère de l'Industrie⁷, et utilisé notamment par le groupe de travail Facteur 4 présidé par Christian de Boissieu en 2006. Cette étude considère séparément les industries manufacturières et les PME d'une part, et de l'autre les industries grosses consommatrices d'énergie (IGCE). Au niveau national, ces dernières sont dotées de croissances différenciées. Ainsi, par exemple les productions de chlore et d'ammoniac diminuent sur la période, le ciment continue la baisse entamée il y a vingt ans (de 16,3 à 13,7 millions de tonnes en 2030) tandis que le papier continue sa croissance (de 10 à 26 millions de tonnes en 2030).

Le reste de l'industrie est décrit dans le scénario « Laisser-Faire » par des évolutions de valeurs ajoutées, toutes en croissance, avec notamment un taux moyen annuel de croissance (TCAM) de la chimie de 3,7% en valeur : les biens d'équipement croissent de 2,3%, etc.. Au total, la projection tendancielle de consommation de l'industrie à l'horizon 2030 s'élève à 51,8 Mtep en 2030 contre 40 Mtep en 2001 (soit une augmentation de 28%), dont une augmentation de 47% pour les usages de l'électricité.

Dans le scénario national « Facteur 4-Enerdata », les conditions sont légèrement différentes pour la production industrielle, et surtout le scénario fait appel à des ressources substituées, par exemple la biomasse ou des applications électriques performantes. Ce scénario considère que la croissance industrielle est réduite de moitié après 2030, ce qui reste considérable. La demande d'électricité augmente par exemple de 61% entre 2010 et 2050. Globalement, la demande d'énergie passe de 35 Mtep en 2001 à 43,5 soit une augmentation de 24%, ce qui reste considérable.

Le scénario Facteur 4 table ainsi sur une augmentation de la production industrielle mais sur une inflexion plus importante des industries lourdes que la référence « laisser-faire » nationale⁸, dans laquelle est maintenue la production sidérurgique pour une baisse concomitante de 30% des émissions⁹ (jusqu'en 2050 par des gains sur les procédés de fabrication de l'acier). Dans certains cas, la production diminue (comme celle des engrais), ce qui correspond au cadre de contrainte forte sur l'énergie et l'environnement dans ce scénario. Enfin, la consommation d'électricité est très proche dans la référence « Facteur 4-Enerdata », à celle du scénario de laisser faire.

Au final, le scénario Virage-énergie conserve les hypothèses économiques du scénario Facteur 4-Enerdata sur l'industrie, mais considère séparément la production sidérurgique. Toutes ces hypothèses sont retranscrites à l'échelle de la région, soit par exemple en 2050 une consommation électrique de 27,6 TWh/an en « Facteur Quatre » contre 29,4 TWh/an en « Laisser-Faire ».

A cette transcription des déterminants vers le cadre régional, s'ajoute la répartition des types d'usage, qui est celle donnée par le SESSI et l'Observatoire de l'Energie¹⁰.

Sur ces demandes d'énergie, le scénario virage applique des programmes massifs d'économie d'énergie ou de substitution, tels que suggérés par les sources reconnues¹¹. En particulier, un plan d'économies dans les applications motorisées électriques, un usage qui représente près de 70% consommations d'électricité industrielle de la région, est mis en œuvre durant l'ensemble de la période pour tenir compte de l'inertie importante dans ce secteur¹².

Mais au total, la croissance prévue en référence – qu'on la considère ou non comme réaliste ou compatible avec les autres options du scénario – impose un cadre très contraignant pour le scénario Virage. A l'arrivée, l'industrie reste la partie la plus difficile du scénario, avec une consommation électrique tout juste stabilisée, qui ne commence son déclin qu'en fin de période, pour arriver à une baisse en final de 10% environ (voir Figure 28). Ainsi, Virage démontre que le maintien d'une industrie importante ne doit pas faire baisser les bras face au défi du facteur quatre. Si l'évolution de ce secteur était plus défavorable dans notre région – à l'image des dernières décennies – alors l'objectif n'en serait que plus facilement atteint.

⁷ Etude pour une prospective énergétique concernant la France, Direction générale de l'énergie et des matières premières DGEMP), Ministère de l'économie, des Finances et de l'industrie (Minefi), déjà citée.

⁸ L'atelier prospectif de la Région Nord-Pas de Calais en 2004, qui réfléchissait à un facteur 2 d'ici 2030, avait prévu +50% d'ici 2030. Du fait de la nature différente de l'exercice prospectif régional et des derniers développements à Dunkerque, cette hypothèse de croissance ne peut être reprise par le scénario Virage-énergie. Le choix a été fait de rester strictement sur les mêmes hypothèses que le scénario national « Facteur 4 ».

⁹ Rapport Enerdata, p. 54.

¹⁰ Tableaux des consommations d'énergie en France, MINEFI, éditions 2003 et 2006.

¹¹ Notamment, Agence Internationale de l'Energie 2006, « Energy Technology Perspectives » Scenarios and Strategies to 2050, in support of the G8 Plan of Action ;

¹² Notamment, Parasiliti F., Bertoldi P. et al. « Energy efficiency in Motor Driven Systems », édition 2003, Springer Verlag.

2.2.3.2. Le cas de la sidérurgie

La sidérurgie est le principal déterminant des émissions de la région (environ 30%), et son évolution influe considérablement sur les bilans au final.

Pour celle-ci, une modélisation autogène, c'est à dire développée sur nos propres hypothèses, a donc été pratiquée pour pouvoir en maîtriser les évolutions et éviter d'utiliser les données agrégées de l'étude de référence. On part ainsi – comme dans le scénario de « laisser-faire » - d'un maintien sur le long terme de l'activité sidérurgique. Les calculs dans Virage-énergie se basent sur une série de mesures prises sur le moyen terme, et qui aboutissent à une forte diminution des consommations de coke et de charbon importés : limitation des usages automobiles ; augmentation des taux de recyclage en aciérie électrique ; évolution des procédés des hauts-fourneaux ; substitution de coke par des plastiques et des déchets de l'industrie et des ménages ; et enfin, utilisation de coke de bois.

Plusieurs évolutions doivent être considérées dans leur bilan plus large. Tout d'abord, la centrale DK6 qui fonctionne pour partie aux gaz sidérurgiques, ne peut plus fonctionner si ces gaz sont eux-mêmes recyclés dans les procédés adoptés après 2030 ; le recyclage par des aciéries électriques induit des consommations électriques supplémentaires ; l'utilisation de bois d'autres régions françaises ou des pays nordiques induit un surcoût de transport et de mise en œuvre. Il est donc tenu compte de ces paramètres.

Les améliorations de 30% d'efficacité énergétique du procédé considérées par Virage-énergie se basent sur les perspectives offertes par les recherches actuellement en cours. Le programme de recherches ULCOS (Ultra Low CO₂ Steel Making)¹³, projet européen réunissant plus d'une cinquantaine de partenaires industriels et universitaires, a comme objectif la recherche d'options technologiques viables pour la réduction de 50 à 75 % des émissions de gaz à effet de serre par tonne d'acier par rapport à un haut fourneau de référence. Des initiatives similaires ont été lancées au niveau international par l'IISI (International Iron and Steel Institute).

Tableau 3 - Charbon et coke : évolution des besoins de la sidérurgie – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie

| Année | Actuel | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 |
|------------------------------------------------------|--------|------|------|------|------|
| Scénario de laisser faire (ktep) | 2629 | 2629 | 2629 | 2629 | 2629 |
| Gains d'usage acier dans Virage-énergie (ktep) | 2629 | 2629 | 2235 | 2126 | 1925 |
| Récupération élevée des ferrailles (ktep) | 2629 | 2629 | 1899 | 1807 | 1636 |
| Procédés avancés (ktep) | 2629 | 2629 | 1461 | 1390 | 1259 |
| Substitutions OM et DIB (ktep) | 2629 | 2529 | 1213 | 1154 | 1034 |
| Bilan net du coke de bois (kTep) | 2629 | 2195 | 732 | 391 | 214 |
| | | | | | |
| Suppléments aciéries recyclage (GWh) | 0 | 0 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Emissions liées au coke de bois (ktCO ₂) | 0 | 57 | 83 | 131 | 141 |

E&E pour Virage-énergie Nord Pas de Calais 2007

Le tableau de l'évolution des besoins de la sidérurgie (voir également Figure 26) appelle un autre commentaire vis-à-vis des choix du cadre de référence. Dans le cas de la sidérurgie, l'exportation de produits reste la même, alors que la production diminue du fait d'une baisse de son principal débouché dans la région, l'industrie automobile. En effet, les 820 000 véhicules produits dans la région sont nettement plus lourds que les véhicules projetés dans le scénario, et comprennent nettement moins d'acier en proportion. A l'horizon 2030, on a ainsi estimé à 15% l'économie de la production régionale d'acier, et jusqu'à 25% sur le long terme grâce notamment à de nouvelles conceptions des véhicules.

A l'heure actuelle, les poutrelles de bois lamellé collé remplacent déjà les poutres d'acier dans la construction, les chaudronniers et les constructions mécaniques ou ferroviaires utilisent de plus en plus d'aciers spéciaux qui diminuent les tonnages nécessaires ; on pose moins de lignes à haute tension ou de poteaux téléphoniques métalliques... Ces évolutions sont déjà à l'œuvre et nous n'avons fait que les estimer sur une longue période. De

¹³ C. Rynkiewicz, P. Criqui, Scenarios of energy and environment futures impacting the selection and diffusion of ULCOS technologies, second ULCOS Seminar 2005 – Aveiro 21-22 september 2005, Portugal.

http://webu2.upmf-grenoble.fr/iepe/textes/CR-PC_Aveiro-ULCOS-09-2005.pdf

Rynkiewicz C. (2007). Contrainte d'environnement global et changement technique induit : vers des trajectoires d'innovations radicales dans la sidérurgie. Doctorat ès Sciences économiques, Université Pierre-Mendès-France, Grenoble. 304 p.

plus, seul l'acier a fait l'objet d'un tel choix de méthode, les autres produits étant inchangés vis-à-vis des scénarios de référence.

Ce choix est bien entendu arbitraire. On aurait pu tenir compte des économies très importantes obtenues en réduisant la création de déchets à la source, par exemple en supprimant une partie des emballages ou des usages peu écologiques des matériaux. Mais un tel choix arbitraire aurait présumé des capacités de la société à moins consommer. Ailleurs dans le scénario, la décision politique est bien entendu très forte (planification urbaine, normes sur l'automobile ou sur l'électroménager ...) mais le scénario se garde de décréter la diminution des besoins qui auraient permis d'arriver plus rapidement au facteur 4. Même si l'on peut penser que celle-ci est nécessaire et possible, la crédibilité du scénario Virage-énergie ne suppose pas de changement individuel majeur, à l'exception de l'automobile, qui fait l'objet d'un fort niveau de régulation.

Une autre options a également été décrite dans cette étude mais non retenue : la capture et le stockage du CO₂ sous la mer du Nord (dans des gisements d'hydrocarbure épuisés). Cette option est considérée comme possible par la communauté scientifique, mais elle pose des questions de pérennité, de risques mal estimés, de choix publics de recherche et de budgets. Elle nécessite des discussions morales de même type que celles induites par les agrocarburants¹⁴.

Une description plus complète des mesures prises sur la sidérurgie ainsi que leur justification est en Annexe 1.

2.2.3.3. Le cas de l'aluminium

La production d'aluminium est maintenue, avec une part d'aluminium recyclé¹⁵ qui entre progressivement dans la production et atteint 50% en 2030. La production totale est donc maintenue, mais le nombre d'emplois augmente dans le recyclage tandis que l'électricité consommée par la branche diminue.

2.2.3.4. Conclusion

Seuls les cas de la sidérurgie et de l'aluminium font l'objet d'un traitement spécifique de leur recyclage, bouclé sur les consommations d'énergie. En réalité, d'autres branches comme la papeterie ou les cimenteries pourraient faire l'objet d'une telle étude détaillée et permettre d'étaler les efforts sur plusieurs industries.

On le voit, les hypothèses prises ne sont pas indépendantes les unes des autres. Ainsi, la consommation de gaz de ce secteur industriel va déterminer les potentiels de cogénération, ce qui va influencer sur le bilan des réseaux de chaleur qui alimentent également les centres-villes. Pour permettre la comparaison avec le scénario Virage-énergie, les autres hypothèses du scénario « laisser-faire » sont rappelées au début des parties thématiques qui suivent.

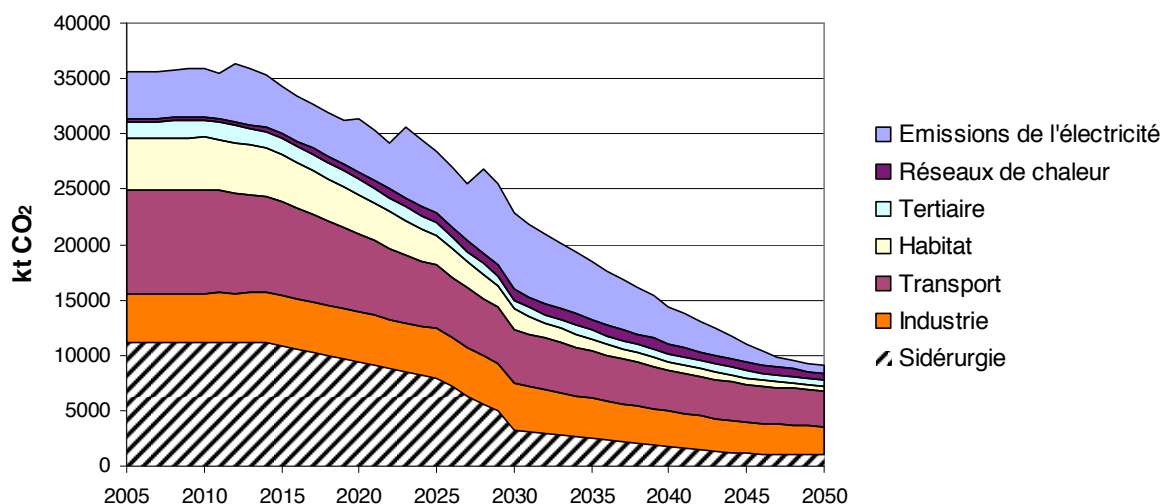
¹⁴ Rapport Spécial du GIEC sur la capture et le stockage du gaz carbonique. IPCC 2005 sur www.ipcc.ch

¹⁵ Le recyclage de l'aluminium demande 5 à 10% de l'énergie habituellement requise pour la production brute d'aluminium. Produire de l'aluminium recyclé permet en conséquence une division par un facteur compris entre 10 et 20 des consommations électriques, sachant que ce matériau est quasiment recyclable à l'infini. Une partie d'aluminium de première fusion est cependant conservée pour des usages spécifiques comme l'aéronautique.

3. Le scénario Virage-énergie : présentation globale des résultats et comparaison avec les scénarios « laisser-faire » et « Facteur 4 - Enerdata »

L'adoption des politiques « Virage-énergie » vise à atteindre la division par quatre des émissions de CO₂, l'objectif est atteint comme on peut le voir sur la Figure 1 :

Figure 1 – Bilan des émissions CO₂ – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



En remarque préliminaire, il faut noter que l'électricité est représentée indépendamment des catégories pour montrer sa participation relative au bilan CO₂. Il n'empêche, que même avec la sortie du nucléaire, les émissions de CO₂ issues de la production électrique sont fortement réduites (facteur 6) : la consommation est maîtrisée et la production à 95% d'origine renouvelable.

L'objectif du facteur 4 est largement atteint sur la sidérurgie grâce à l'application de diverses mesures de maîtrise des besoins, d'amélioration du procédé, et de la substitution partielle du coke par un mix coke de bois et de déchets.

Le secteur habitat-tertiaire, qui regroupe aussi les réseaux, réalise le facteur 4. Cela est rendu possible en raison des efforts de maîtrise de l'énergie sur les bâtiments et également du fort taux de pénétration des énergies renouvelables rendu possible principalement par les réseaux de chaleur.

Le transport ne réalise qu'un facteur 3. Les hypothèses de croissance retenues limitent les possibilités de sobriété. A noter qu'il s'agit ici que de la part carburant.

Pour l'industrie, le facteur est seulement de 2. Là aussi, les hypothèses de croissance brident les possibilités d'économies. Il faut également souligner qu'une étude plus approfondie, secteur par secteur, à l'image de ce qui a été fait sur la sidérurgie pourrait permettre de dégager d'autres axes d'économies dans l'industrie.

Pour l'agriculture, enfin, les émissions disparaissent complètement. Il faut rappeler que la modélisation prend en compte uniquement les émissions de CO₂ du carburant agricole (voir §1.4). Ce fioul est substitué progressivement par des agrocarburants (Huiles végétales brutes et recyclées). Cf Chapitre Energies renouvelables.

Les deux graphes suivant (Figure 2 et Figure 3) comparent les résultats globaux entre les différents scénarios.

Le scénario de référence Facteur 4 (régionalisé par nos soins) y est présenté dans ses différentes variantes mettant en œuvre plus ou moins d'énergies renouvelables dans le bilan électrique. Pour information, on a également représenté une variante du scénario Virage-énergie qui intègre la capture et séquestration des émissions de carbone de la sidérurgie.

L'importance de la sidérurgie est illustrée par la différence des bilans globaux entre les deux graphiques (Figure 2 et Figure 3) : le premier prend en compte la sidérurgie mais pas le second.

Figure 2 – Comparaison des émissions de CO₂ des scénarios Laisser-faire, F4 et Virage-énergie – Nord-Pas de Calais

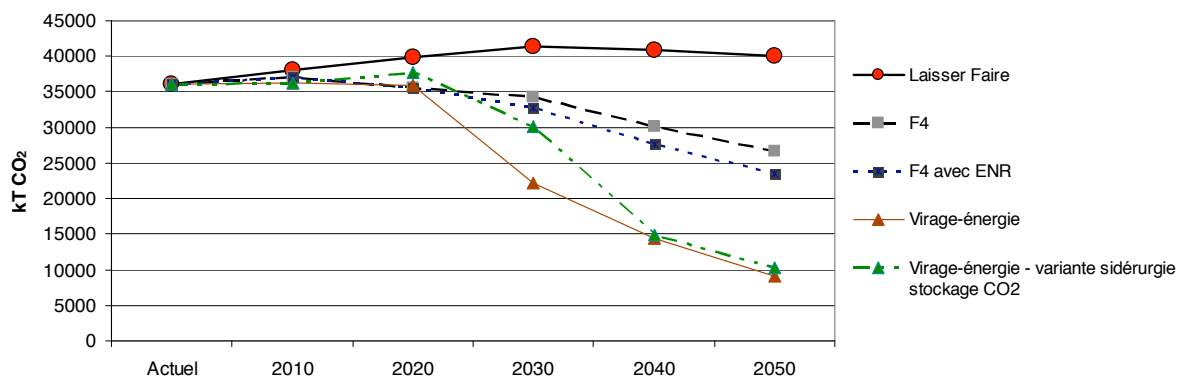
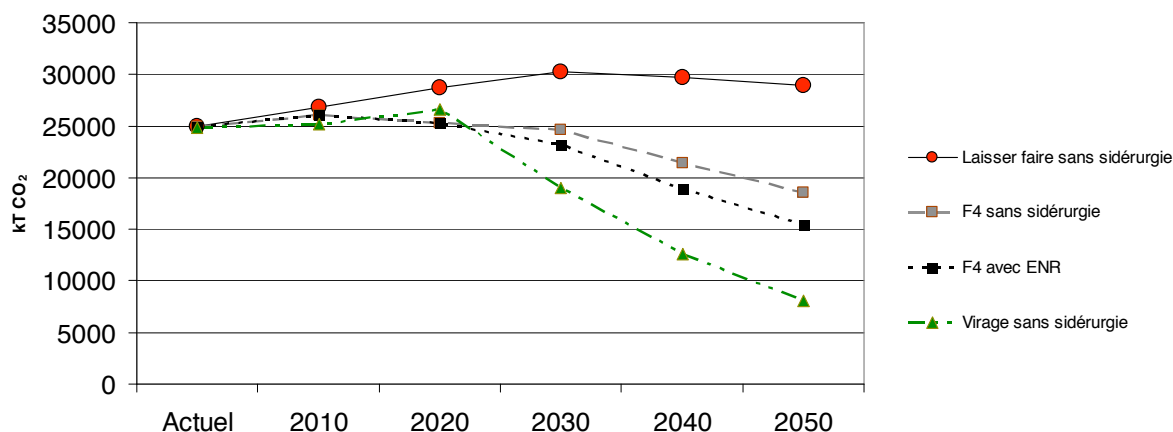


Figure 3 – Comparaison des émissions (hors sidérurgie) de CO₂ des scénarios Laisser-faire, F4 et Virage-énergie – Nord-Pas de Calais



Le scénario de référence « Facteur 4 – Enerdata » utilisé aboutit, au final, à une diminution limitée des émissions (division par 1,6) ; ceci étant dû essentiellement à la part importante de l'industrie et de la sidérurgie. Les variantes mettant en œuvre plus d'énergies renouvelables changent peu les résultats finaux.

Au final, en 2050, le scénario Virage-énergie parvient au facteur 4. Ce scénario Virage-énergie est à mettre en regard des ratios obtenus pour les scénarios de référence transposés par nos soins au Nord-Pas de Calais :

- le scénario laisser-faire augmente de 10% ses émissions.
- le scénario national « Facteur 4-Enerdata » régionalisé diminue seulement de 30% les émissions (au lieu de 80% nécessaires pour aboutir véritablement à une division par 4).

Hors sidérurgie, ces évolutions traduisent une stabilisation en laisser-faire et une diminution de moitié pour le scénario national F4 régionalisé. La présence d'une économie industrielle dans la région Nord-Pas de Calais demande des solutions différentes de celles du reste de la France (cf. ci-après) si on veut préserver l'économie et atteindre les objectifs fixés pour les émissions.

4. Le scénario Virage-énergie : explications détaillées

L'utilisation des combustibles fossiles représentent la principale source d'émissions de carbone. En France, ils sont essentiellement utilisés pour des usages de chaleur et de carburants. C'est donc sur ces besoins de chaleur et de carburants qu'il faut agir pour diminuer progressivement les émissions de carbone. A cela, régionalement, s'ajoute la présence de l'industrie sidérurgique gourmande en coke, matière première indispensable à la fabrication de l'acier et émettrice de CO₂. Une diminution des émissions de carbone en région suppose la mise en œuvre des mesures suivantes :

- les économies d'énergie dans les usages de chaleur et de carburant,
- la transformation du système de transport,
- le recours aux énergies renouvelables,
- les économies dans la consommation électrique pour limiter au maximum le recours au gaz même ponctuel, une fois les réacteurs nucléaires fermés,
- le remplacement du nucléaire, du charbon et du gaz actuels pour la production d'électricité par des ressources renouvelables (éolien et solaire photovoltaïque),
- la transformation des procédés sidérurgiques et le recours à des combustibles au bilan carbone moins lourd.

4.1. Résultats globaux

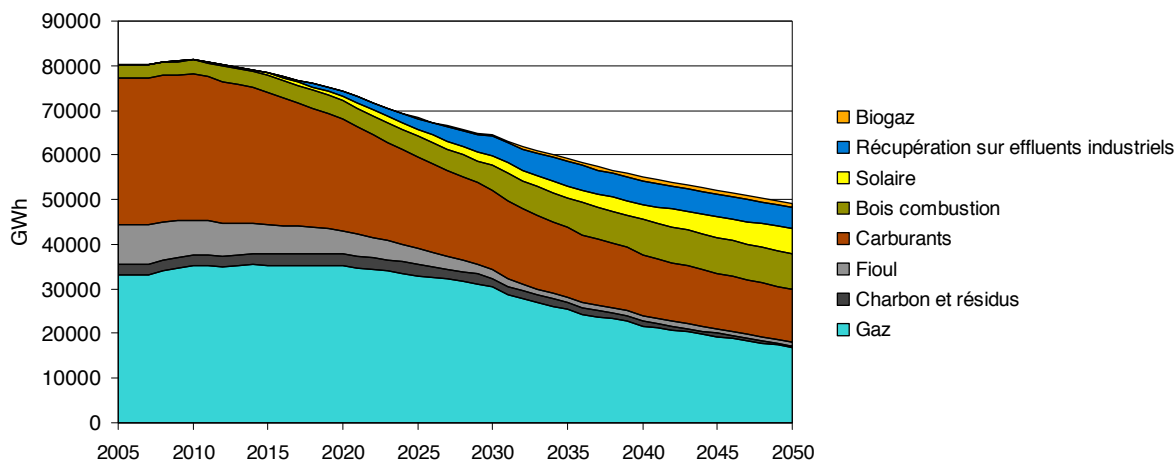
La modélisation a étudié l'évolution des consommations d'énergie selon les trois groupes suivant :

- besoins de chaleur et de carburants, par types d'énergie,
- besoins en électricité par types d'énergie,
- besoins en combustibles comme matières premières pour la production d'acier.

4.1.1. Fonction chaleur : bilan « Virage-énergie » des énergies thermiques

Le bilan de la chaleur et des carburants de Virage-énergie est présenté dans le graphique suivant :

Figure 4 – Bilan des consommations sur la chaleur et les carburants – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie

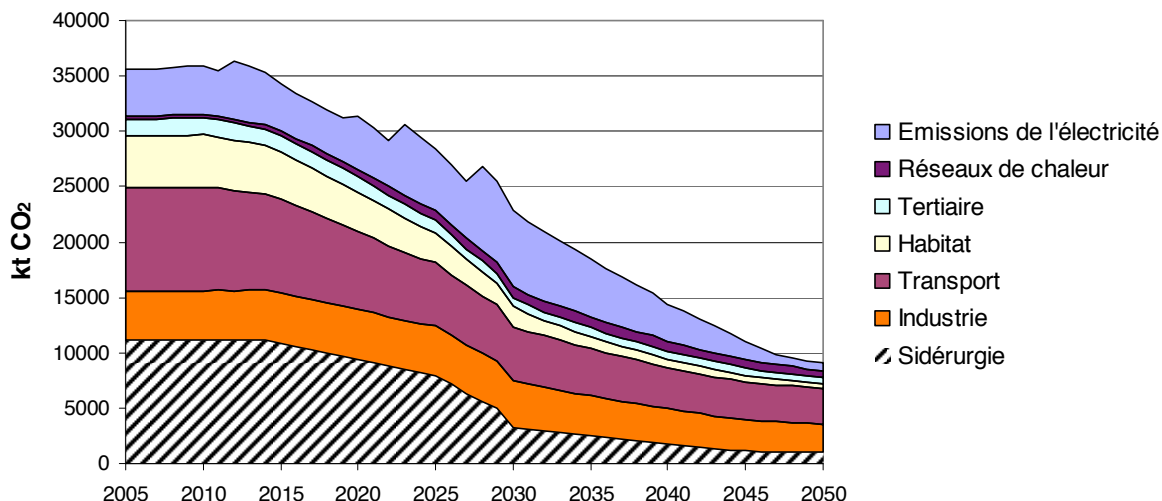


Ce graphique illustre bien l'idée développée dans le concept de « facteur 4 » : les besoins en chaleur -pour un même service - sont divisés par deux, tandis que l'utilisation poussée des ressources renouvelables ou du recyclage des énergies permet de diviser d'un autre facteur proche de deux l'utilisation des énergies fossiles. A ces deux facteurs s'ajoute un transfert de combustibles, puisque dans le scénario, l'usage du charbon et du fioul diminue encore au profit du gaz.

4.1.2. Bilan carbone incluant l'électricité

L'évolution des émissions de carbone est présentée ici (voir Figure 5) par secteur d'usages ainsi qu'au niveau de la consommation finale d'électricité.¹⁶ Il est à noter que les émissions de l'électricité diminuent fortement durant le scénario, avec une forte proportion d'énergies renouvelables.

Figure 5 – Bilan des émissions CO₂ – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



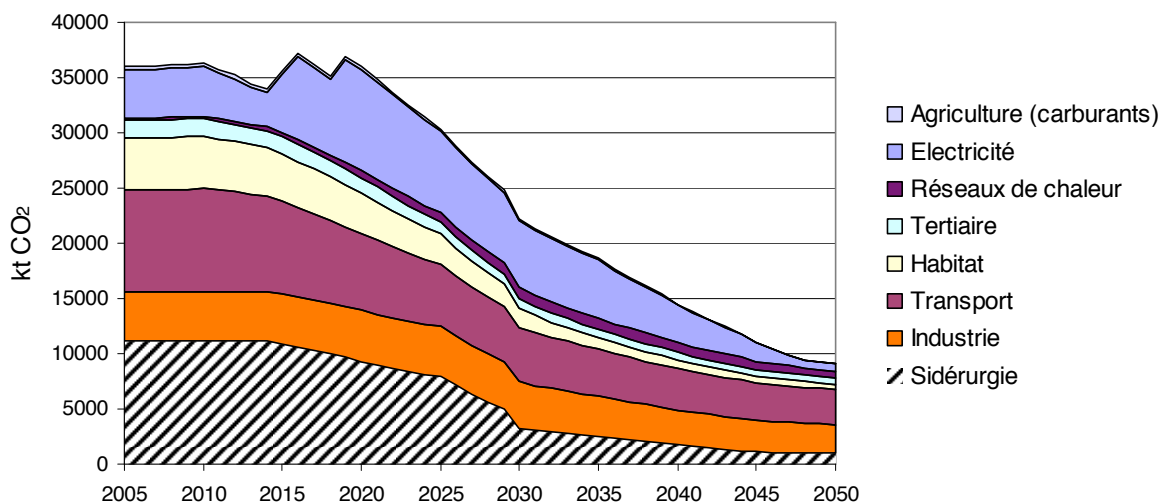
La Figure 5 présentée est basée sur l'évolution suivante des centrales électriques existantes :

- la centrale DK6 n'est plus considérée en fonctionnement après 2030 car les gaz sidérurgiques sont recyclés dans le processus en plus grande proportion. Elle peut néanmoins être convertie pour pouvoir fonctionner à 100% au gaz, et rester en réserve pour les périodes de pointe ;
- les centrales à gaz comme celle de Bouchain et de Pont-sur-Sambre sont celles programmées par les opérateurs, dont l'usage est restreint au fur et à mesure du scénario et ne concerne plus en final que les heures de pointe ou les compléments de réserve du réseau. Elles sont conservées en réserve, soit une puissance totale de 1600 MW disponibles, en considérant également DK6. Au final, cette production au gaz centralisée représente 5% de la demande annuelle régionale d'électricité (soit 400h de la consommation annuelle), ou encore environ 1000 heures de fonctionnement annuel pour ces centrales;
- le nucléaire produit à Gravelines est présenté pour une durée de vie moyenne de 35 ans. Le choix de cette durée de vie n'affecte pas le résultat final mais seulement les émissions intermédiaires et le rythme nécessaire à la construction des alternatives. Par ailleurs, la mise en service des tranches très rapprochée (sur cinq ans) rend difficile une mise hors service car, si l'on considère une durée de vie identique pour chaque tranche, cette mise hors service « couperet » serait trop brutale : le choix s'est donc porté sur une fermeture « à l'allemande » lissée sur une décennie (voir Figure 30). Un tel profil anticipe les estimations actuelles souvent citées par EDF et l'Etat sur une durée de vie de 40 ans. Par contre, une variante basée sur la fermeture des réacteurs à leur durée de vie initialement prévue, soit 30 ans, pose le problème des objectifs intermédiaires d'émissions sur l'année 2020, qui sont difficilement tenus. Elle est présentée Figure 6.

¹⁶ Les émissions sont calculées sur l'ensemble du bilan par secteur. Le souci ici est de pouvoir comparer les courbes de façon la plus cohérente et la plus proche possible de la réalité.

Pour ce qui concerne particulièrement l'électricité, il est par conséquent plus intéressant de déterminer avant tout la demande électrique finale. Ceci parce que le bilan primaire en électricité, entre le nucléaire, le charbon, et le gaz, dépend beaucoup du système d'équivalence employé (en joule, GWh ou ktep ...). De plus, le bilan électrique à construire dépend également de l'utilisation combinée ou non de la chaleur et de l'électricité (que permet la « cogénération »). Il est donc plus intéressant de raisonner, pour l'électricité, en consommation finale d'énergie (celle utilisée au final par l'utilisateur) qu'en consommation dite « primaire » (qui intègre la totalité d'énergie mobilisée notamment celle perdue à la production et dans les transports). Pour le cas de la cogénération (bois, gaz ...) une comptabilité séparée est utilisée pour la part chaleur et la part électricité gérées séparément dans les calculs.

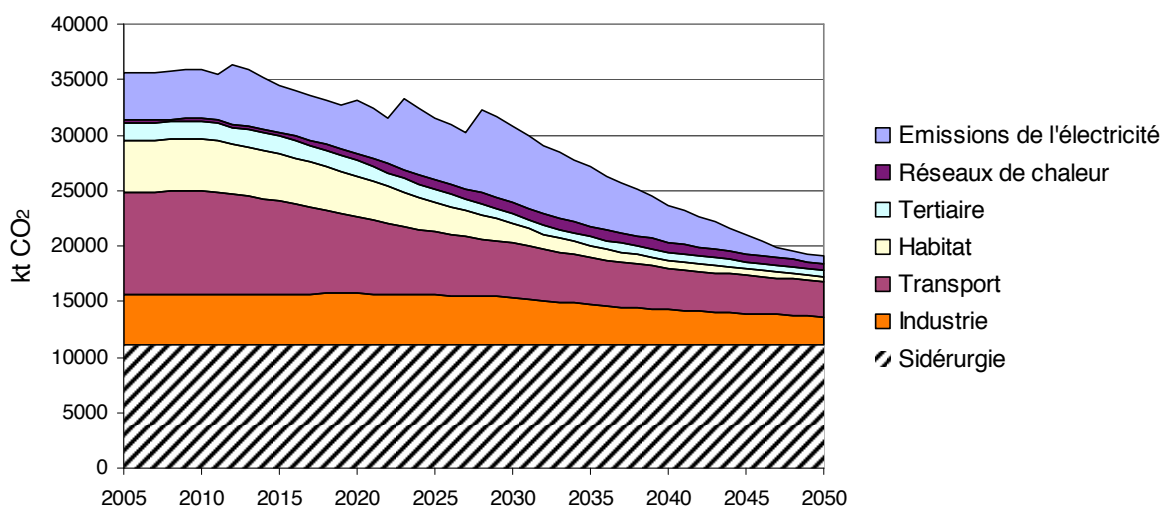
Figure 6 – Emissions de CO₂ avec fermeture des réacteurs nucléaires à 30 ans – **Variante Virage-énergie**



La variante présentée ci-dessus permet de mettre en évidence le pic d'émission de CO₂ vers 2020 dans l'hypothèse d'une fermeture des réacteurs à 30 ans moyennée. Le scénario virage énergie propose une fermeture des réacteurs à 35 ans en moyenne (Figure 5). Les différentes chronologies de fermeture de la centrale sont décrites au paragraphe 4.5.2.1.

Enfin, des variantes ont été développées pour montrer le caractère impératif de la prise en charge de la sidérurgie de façon radicale. Le graphique suivant (Figure 7) montre ce qui se passe si on réalise l'ensemble des propositions du scénario à l'exception de celles de la sidérurgie.

Figure 7 – Emissions de CO₂ sans modification de la sidérurgie – **Variante Virage-énergie**



4.2. Scénario Virage-énergie sur l'habitat et le tertiaire

4.2.1. Hypothèses retenues

Les hypothèses définissant le profil régional de l'habitat et du tertiaire retenu pour Virage-énergie sont celles retenues également par le scénario national « Facteur 4 - Enerdata ». Ces hypothèses déterminent les besoins des ménages en logements et la demande en énergie dans le tertiaire :

- Logements : 65% de maisons individuelles dans la construction neuve, Virage-énergie se différencie néanmoins en considérant une quasi-exclusivité de l'habitat mitoyen pour la maison individuelle¹⁷ ;
- Tertiaire : + 25% d'augmentation d'emplois d'ici 2030, pour arriver à 85% d'emplois tertiaires dans la population active ;
- Construction neuve : le nombre de mètres carrés de logements construits se base sur l'année 2005 en Nord-Pas de Calais. Moyenne : 11600 maisons et 6700 appartements construits par an¹⁸. La taille moyenne des logements est de 91 m²¹⁹ ;
- Rénovations simples : 3% du parc existant rénové par an, qui visent à la division par deux des consommations dans les bâtiments anciens. Des programmes de rénovation lourde prennent le relais²⁰ ;
- Le nombre d'habitations croît de façon liée à la démographie, à l'évolution du confort et à la décohabitation des ménages. Cette évolution et ces critères sont ceux du scénario national « Facteur 4 – Enerdata ».

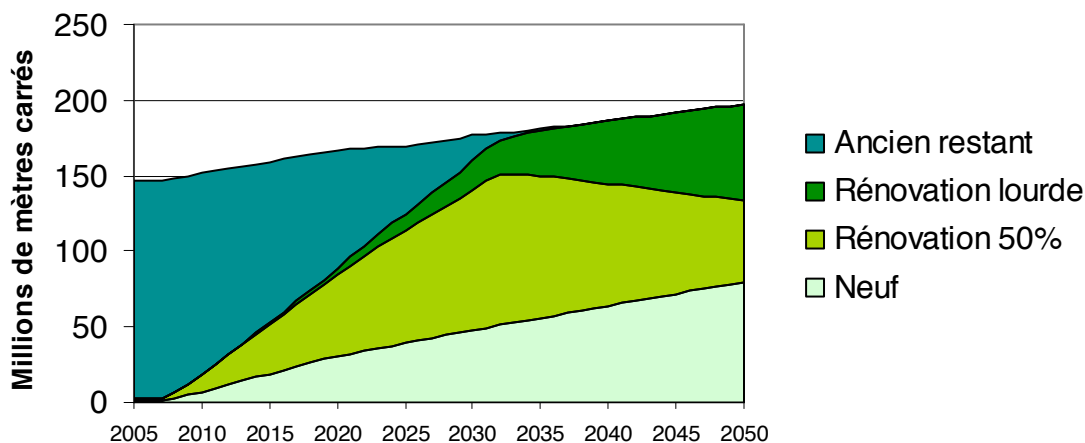
Le scénario tendanciel « laisser-faire » national met en œuvre les réglementations thermiques (RT) 2000 et RT 2005 de façon stricte, avec cependant cinq années d'apprentissage. Rien n'est décidé au-delà tandis que pour le scénario du « Facteur 4-enerdata » une rénovation a lieu en deux stades : limité et approfondi. Ce principe a été appliqué aussi dans Virage-énergie à partir d'une modélisation spécifique (voir le détail en annexe 2).

Dans le scénario Virage-énergie, les quantités d'énergie consommées pour l'habitat et le tertiaire dépendent avant tout de l'évolution des parcs, qui passent progressivement à des qualités thermiques avancées.

Au total, ces hypothèses font que d'ici 2050, le nombre de mètres carrés de logements en région augmente de 25% ; celui du tertiaire augmente de 36%. Ceci reste cohérent avec la politique d'urbanisme envisagée dans le scénario Virage-énergie : la promotion de nouvelles formes d'habitat et de bâtiments d'activités plus compacts, installés de préférence sur les friches, contribue au ralentissement de l'étalement urbain et à la stabilisation du périmètre des agglomérations à l'horizon 2020.

4.2.2. Evolution du parc d'habitations

Figure 8 – Evolution du parc d'habitation – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



Dans le scénario Virage-énergie, l'habitat évolue durant la période selon trois déterminants :

¹⁷ L'étude Enerdata table sur une proportion de maisons individuelles de 65%, proche des observations actuelles. Elle peut être critiquée si les choix d'urbanisme tendent à limiter l'étalement urbain, le semi-collectif et le mitoyen pouvant devenir alors dominants dans la métropole et le bassin minier. La proportion des constructions semi-collectives peut aussi obéir aux évolutions de la société (proportion d'étudiants, de personnes âgées, logements sociaux,...) et aux attentes – notamment financières – des jeunes ménages qui cherchent à s'installer au plus proche de leur lieu de travail.

¹⁸ Institut national des statistiques et études économiques (Insee), 2006, *Profils*.

¹⁹ Les surfaces varient dans le calcul Virage-énergie de 105 m² pour les maisons au fioul et au gaz à 55m² pour les appartements chauffés à l'électricité (63 m² pour le gaz), en se basant sur les chiffres de l'Observatoire de l'Energie du ministère.

²⁰ Au rythme annuel de 3000 en 2012 à 12000 en 2020 pour les pavillons, et de 500 à 1500 pour les appartements.

- les constructions neuves sont affectées de normes très strictes calquées sur les futures réglementations thermiques et sur ce que les expérimentations actuelles, du type haute performance énergétique (HPE) ou d'habitat passif, laissent présager comme potentiel futur (technologies déjà en phase d'industrialisation en Allemagne) ;
- une rénovation systématique des logements, avec déconstruction des habitations les moins confortables, sur une vingtaine d'années. L'habitat très ancien aux plus faibles performances thermiques est ainsi progressivement détruit à un rythme (0,7% par an) supérieur à l'actuel (0,3% par an) mais rendu possible par un rythme de construction soutenu. Cette transformation se réalise particulièrement lors des transactions (vente-achat) et dans le cadre de politiques publiques visant la préservation du patrimoine bâti régional de qualité et à la qualité de vie en ville ;
- enfin, la rénovation lourde de l'habitat, plus lente, permet de s'aligner sur les meilleures normes du neuf actuel.

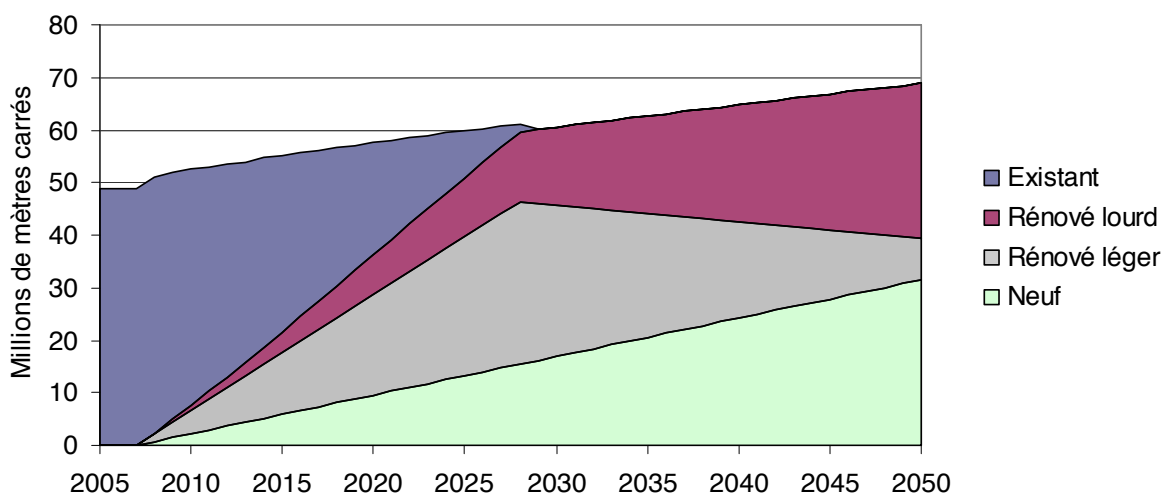
4.2.3. Evolution du parc tertiaire

La même évolution est mise en œuvre dans le scénario Virage-énergie²¹ pour le tertiaire, également en cohérence avec les taux actuels de construction, déconstruction et rénovation décrits par l'Insee. La construction actuelle est de l'ordre de 1,6% des surfaces (INSEE 2006), le retrait des bureaux les plus anciens est de 0,5% et la rénovation légère s'effectue au rythme de 3% par an. Les surfaces de haute performance énergétique dans l'ancien sont réalisées à hauteur de 1,5% annuels du parc à l'horizon de 2015.

Dans le scénario tendanciel « laisser-faire », la consommation d'électricité est proportionnelle au nombre de postes. Seule une amélioration technique de 0,5% par an est observée dans ce cas.

Dans le scénario Virage-énergie, on considère que le nombre d'emplois suit la même évolution que le nombre de surfaces tertiaires. L'emploi tertiaire augmentant jusqu'à 2050, les surfaces augmentent aussi²².

Figure 9 – Evolution des surfaces du tertiaire – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



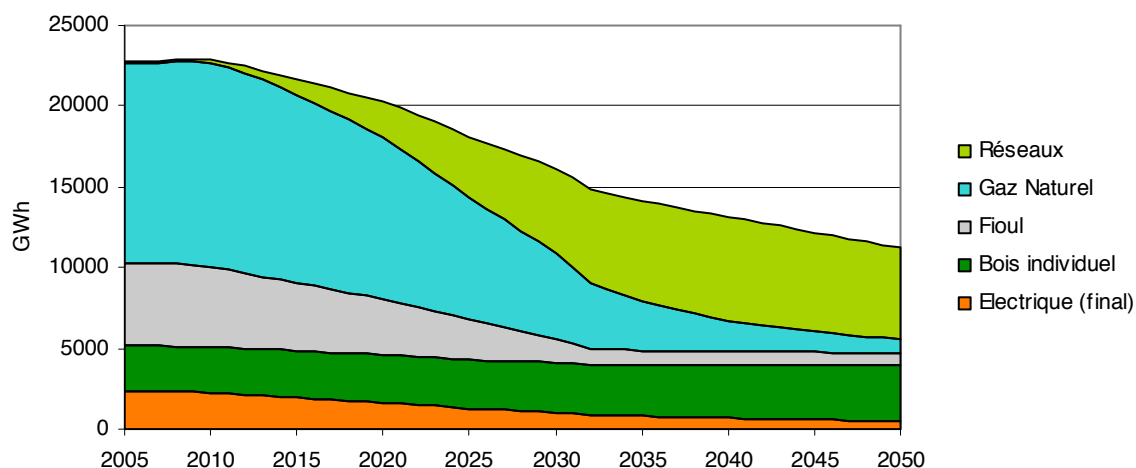
²¹ Par simplification et parce que les données sont lacunaires, le tertiaire est considéré dans Virage-énergie à une valeur moyenne de consommation. Sur la longue période, ceci a peu d'importance, mais la mise en œuvre à court terme des programmes serait évidemment très différente dans le commerce, les lycées, les bureaux, les administrations publiques...

²² L'augmentation des surfaces tertiaires est conservée, même si elle suppose une situation démographique de plein emploi à la fois dans le tertiaire et dans l'industrie, et dans le même temps une amélioration régulière des productivités. Cette possible contradiction (et donc cette limite) est elle-même remarquée par Enerdata dans son étude prospective (p. 31, op cit).

4.2.4. Evolution des moyens de chauffage

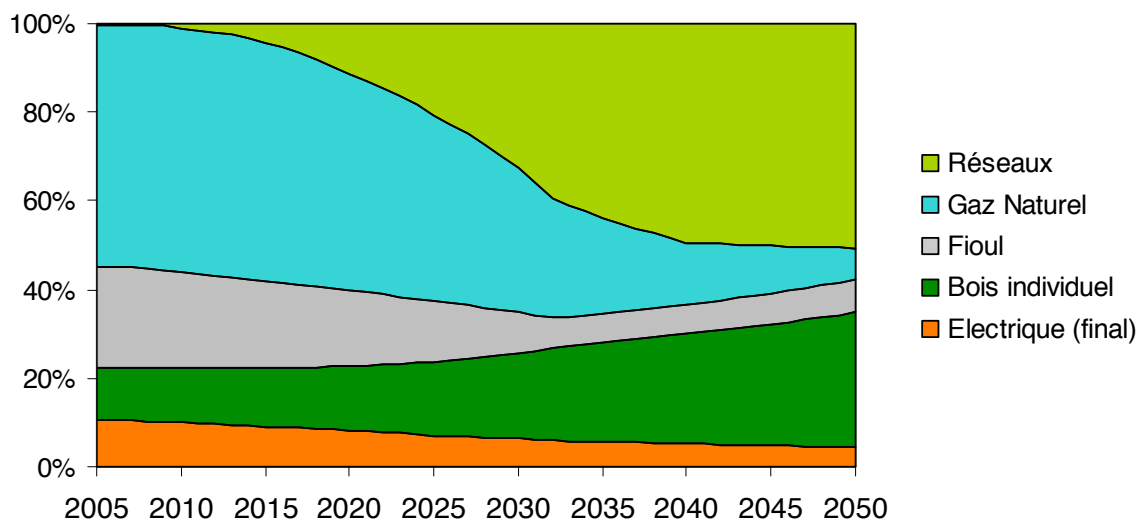
4.2.4.1. Dans l'habitat

Figure 10 – Consommation d'énergie pour le chauffage dans l'habitat – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



Le chauffage électrique n'est pas éliminé du logement ancien rénové mais disparaît du logement neuf et rénové Haute Performance Energétique (HPE). La consommation de gaz diminue progressivement au profit du bois et surtout du réseau de chaleur. Pour l'habitat dispersé, qui ne peut pas être raccordé entièrement au réseau ou à des modes collectifs, le chauffage bois devient dominant : ce combustible est utilisé avec de plus en plus d'efficacité, avec pour le bois une augmentation moyenne du rendement depuis le faible taux actuel (estimé en moyenne à 30%) jusqu'à 70% obtenus par la combinaison des meilleures technologies fonctionnant aux granulés et aux plaquettes de bois (ainsi que par le recours aux foyers fermés etc.).

Figure 11 – Répartition des sources de chauffage dans l'habitat – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



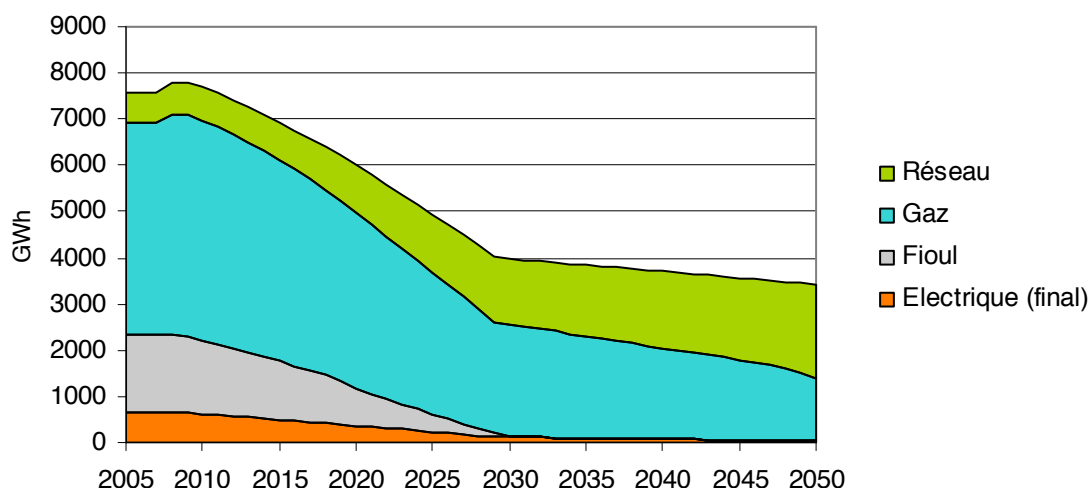
Au final, paradoxalement, la consommation de bois local pour le chauffage individuel augmente peu en valeur absolue (*Figure 10*), alors que le bois chauffe une nettement plus grande proportion de logements (*Figure 11*) qu'aujourd'hui. Deux raisons à cela, d'une part l'augmentation du rendement des chaudières et des poêles à bois permet d'utiliser la ressource de façon nettement plus efficace, d'autre part, les besoins sont fortement décroissants en raison de l'amélioration des performances thermiques de l'habitat.

L'eau chaude sanitaire en production solaire décentralisée vise l'objectif d'une couverture de 30% des besoins, ce qui est obtenu par un total de 1,7 millions de m² pour l'habitat et 1,5 millions de m² pour le tertiaire²³.

4.2.4.2. Dans le secteur tertiaire

Pour le tertiaire l'évolution des énergies utilisées pour le chauffage est similaire, à l'exception du bois qui n'est pas présent en tant que source de chauffage dans le tertiaire :

Figure 12 – Consommation d'énergie pour le chauffage dans le tertiaire – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



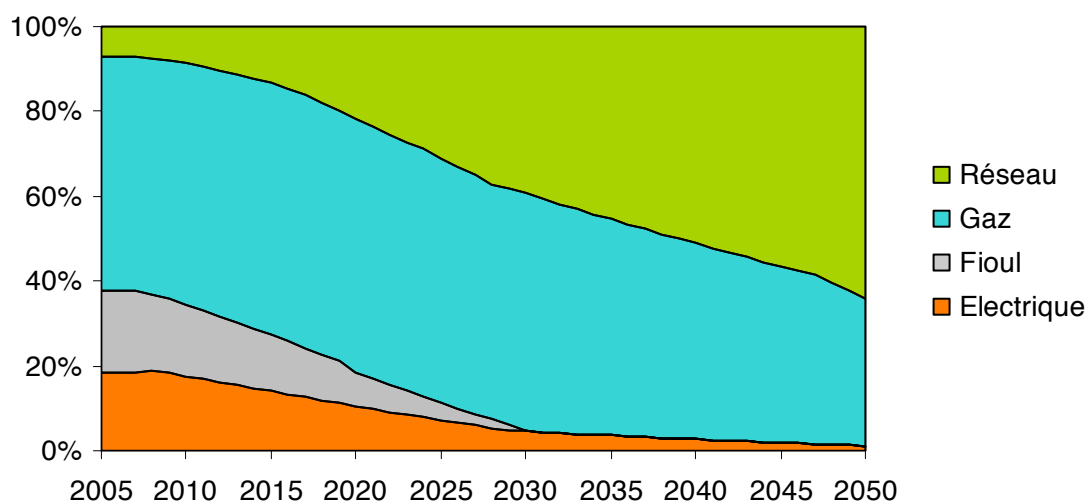
Remarques sur les besoins en fraîcheur dans le tertiaire :

- Ce scénario exclut pour l'essentiel la climatisation dans les administrations (hors équipements de santé). La rénovation et le neuf intégreront des exigences en termes de confort d'été ;
- Le confort est obtenu en utilisant au mieux les différences nuit-jour de température et les inerties entre étages, en modifiant dans certains cas les horaires, en créant des zones d'humidification de l'atmosphère. Selon une équipe suisse de l'institut polytechnique de Zürich (ETH), ces techniques suffiront dans la majeure partie de l'Europe pour obtenir un confort d'été suffisant, même dans les hypothèses pessimistes du réchauffement climatique²⁴.

²³ A titre d'ordre de grandeur, la production mondiale de 2005 a été de 19,6 millions de m² de capteurs solaires thermiques, dont 1 million en Allemagne et 15 millions en Chine (Fawer, M, Solarenergie 2006). Le total envisagé dans le scénario Virage-énergie est de l'ordre de 14 millions de m² à construire sur quarante ans, dont 10% en habitat individuel. La plus grande partie des capteurs alimente les chauffages collectifs.

²⁴ Aebischer B., et al. 2007 "Impact of climate change on thermal comfort, heating and cooling energy demand in Europe", European Council for Energy Efficiency (ECEE) 2007 Summer study 5.110, vol2 p.859-870, ETH Zürich.

Figure 13 - Répartition des sources de chauffage dans le tertiaire – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



4.2.4.3. La montée des réseaux de chaleur

Un élément important dans la stratégie de Virage-énergie est le raccordement d'une importante proportion des logements et des bureaux aux réseaux de chaleur et aux chauffages collectifs. Ceci permet une montée en puissance du bois-énergie, du biogaz et même du chauffage solaire avec stockage de longue durée sur le modèle de neuf quartiers solaires existants en Allemagne²⁵.

Le rythme de développement des réseaux de chaleur envisagé par Virage-énergie est physiquement atteignable dans des conditions sereines :

- La proportion de raccordement aux réseaux est celle du Danemark aujourd'hui soit environ 60% (54% pour l'habitat et 64% pour le tertiaire, voir respectivement Figure 11 et Figure 13);
- Mise en œuvre avec une période 2 fois plus longue (40 ans) que dans le royaume scandinave (20 ans) ;
- La région Nord-Pas de Calais bénéficie d'une situation plus avantageuse : la densité urbaine est nettement plus élevée qu'au Danemark²⁶ rendant plus facile le raccordement et l'amortissement des investissements ;
- Ces changements se font au rythme des rénovations urbaines. Le taux de raccordement à un réseau de chaleur est plus important pour le tertiaire, plus rentable à connecter et situé plus souvent dans les agglomérations. Ainsi pour le tertiaire, le taux de raccordement atteint 64% au final (54% pour les maisons).

Cette évolution est décrite sur la Figure 11 et la Figure 13.

4.2.4.4. Alimentation des réseaux de chaleur

Alimenté par une chaufferie collective, un réseau de chaleur interconnecte des bâtiments entre eux. Il peut être installé à l'échelle d'une ville mais également au niveau d'un quartier, d'un hameau ou d'un groupe de bâtiments ou de maisons (lotissements...) suivant le rythme des requalifications urbaines.

Le réseau de chaleur devient ainsi le moyen dominant après 2030 pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Les avantages sont nombreux :

- il est particulièrement adapté aux secteurs densément peuplés ;
- il permet une meilleure utilisation des énergies renouvelables. Il rend possible l'utilisation du bois combustible en zone urbaine, la connexion à des unités de panneaux solaires thermiques (en procédant à du stockage journalier, hebdomadaire et même inter-saisonnier) et l'utilisation du biogaz ;

²⁵ D. Mangold 2007, « Seasonal storage – a German success story », *Sun and Wind Energy*, International Issue janvier, Bielefeld RFA.

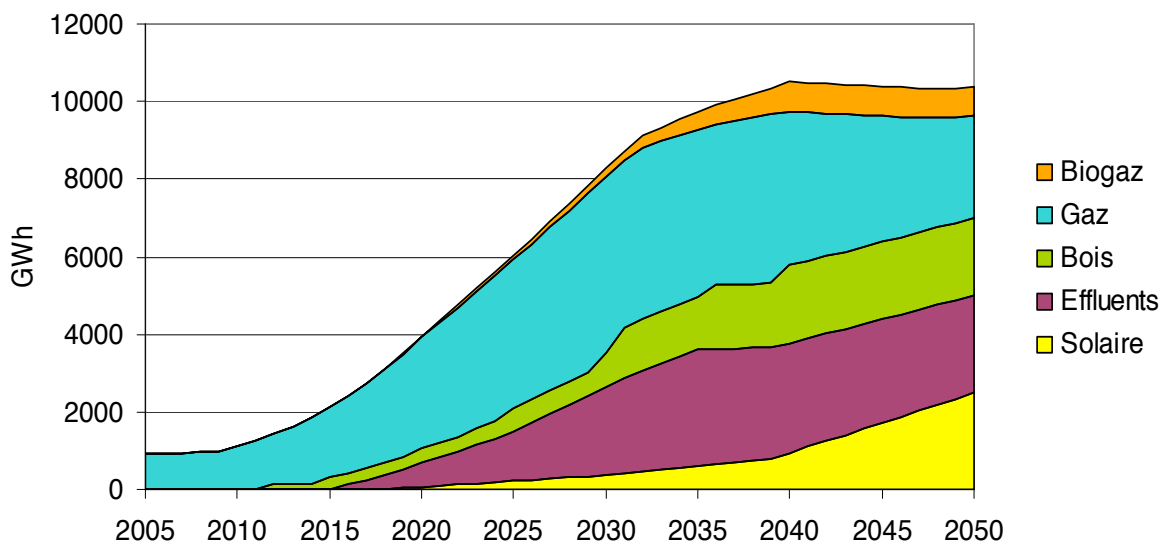
²⁶ Trois fois supérieure à la moyenne nationale, la densité régionale est de 360 habitants au km², avec des secteurs dépassant les 1000 habitants au km². Le Danemark a une densité de population moyenne de 128,48 habitants au km².

- il permet le développement de la cogénération (augmentation des rendements de production d'énergie (renouvelable ou non) ;
- l'organisation d'une gestion locale du chauffage peut favoriser une culture d'économies d'énergie. La gestion du chauffage, qui n'est plus individuelle, suppose la création de structures de gestion collectives locales. Attentives à l'amortissement de leur investissement, ces structures locales visent avant tout l'efficacité énergétique de leur installation et des bâtiments desservis ;
- les effluents industriels (rejets de vapeur, de liquides etc) et agricoles (matières organiques méthanisés en biogaz) sont recyclés : la chaleur n'est plus perdue mais réutilisée pour d'autres usages par le branchement au réseau de chaleur, qui fonctionne ainsi dans les deux sens ;
- Il donne à la région de la souplesse pour s'adapter aux soubresauts prévisibles liés à l'approvisionnement des combustibles (notamment fossiles et fissiles) dans les prochaines décennies. En effet ces systèmes collectifs de taille industrielle permettent des adaptations plus faciles et rapides à de nouveaux combustibles ou à de nouvelles technologies.
- Il permet la réduction de la pollution (NOx, SO₂, particules...) : les chaudières ou systèmes de cogénération industriels permettent un meilleur contrôle de la combustion et un meilleur traitement des fumées que les appareils individuels.

Les réseaux de chaleur permettent aussi de faire du stockage saisonnier solaire. Des systèmes de panneaux solaires thermiques alimentent une citerne collective (sous une butte paysagère ou un mur anti-bruit par exemple), ou encore une nappe phréatique (cas du quartier Niewland à Amersfoort aux Pays-Bas). Les pertes de la citerne (10 000 m³) de stockage de l'eau chauffée au soleil sont minimales pour des installations concernant plusieurs centaines de logements²⁷. Par contre, l'expérience suédoise d'une utilisation des roches du sous-sol pour le stockage a connu des difficultés géologiques et techniques importantes et n'est pas reproductible dans le sol régional²⁸. Cette expérience a cependant montré le succès de la gestion collective saisonnière auprès des habitants.

En 2050, l'objectif du scénario Virage-énergie est de raccorder à un système de stockage saisonnier solaire 800 « quartiers »²⁹ représentant chacun 50 000 m² d'équivalent-logement et 7000 m² de capteurs solaires. Ces constructions sont effectuées au rythme de rénovation des quartiers et de l'avancement des réseaux de chaleur.

Figure 14 – Sources d'alimentation des réseaux de chaleur – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



²⁷ Par exemple, si une citerne collective solaire de 10000 m³ alimente 300 maisons sur la base, la perte thermique due au stockage durant la saison de chauffe peut être comparée au total des pertes dues à l'enveloppe des maisons. Dans un tel système, les pertes thermiques d'un logement sont très supérieures à une fraction de 1/300 des pertes de la cuve. La question est donc avant tout de rentabiliser la production estivale d'un parc de capteurs solaires, en optimisant le coût du stockage.

²⁸ Lundh M. et Löfström E, 2007, "Large Scale Pilot Project with solar heating for a residential area : success and disaster", 5.239 *European council for energy efficiency (ECEE)*.

²⁹ Etant donné qu'un quartier peut concerner des tailles extrêmement diverses, le terme plus approprié serait ici « opérations urbaines ».

Les potentiels en énergies renouvelables sont détaillés dans le chapitre Energies Renouvelables. Le bois provient des forêts existantes, des déchets, et de cultures spécifiques. Le biogaz et le gaz sont valorisés en grande partie en cogénération. La production électrique et le gaz associés sont calculés séparément.

Enfin, pour les centrales bois à cogénération, une centrale thermique construite l'an dernier à Vienne (*Autriche*) a été prise ici comme modèle-type³⁰. Cette centrale à vapeur peut fonctionner soit en permanence, soit exclusivement en production électrique pour un rendement global moindre (36%) mais une puissance électrique supérieure (24 MW contre 16 MW dans un fonctionnement en cogénération). Ceci ajoute au système électrique une réserve de fonctionnement intéressante. Au total, ce sont 18 de ces unités qui sont construites, qui débitent pour une moitié leur chaleur sur les réseaux de chaleur et pour l'autre vers les usages industriels.

Ces centrales de cogénération au bois consomment dans le scénario Virage-énergie des produits d'origine essentiellement locale³¹.

4.2.5. La consommation électrique spécifique

Pour la consommation spécifique de l'électricité dans l'habitat et dans une moindre mesure dans le tertiaire, le scénario a du faire face à plusieurs difficultés de méthode : la moindre proportion de l'habitat-tertiaire que dans le reste de la France ; le retard d'équipement des ménages nordistes sur les appareils consommateurs ; et de façon plus favorable, une période couverte plus longue que dans le scénario qui fait ici référence, celui du groupe d'experts Négawatt³².

La reconstitution aboutit à la répartition des usages puis à une évolution basée sur les gains potentiels tels que suggérés notamment par O. Siedler³³. Pour la cuisson électrique, qui n'est pas un usage spécifique, les gains sont obtenus en alignant progressivement les performances sur les meilleurs équipements actuels, notamment les tables de cuisson performantes (induction...).

³⁰ Appleyard D. 2006, « CHP on the boil at Simmering », *Power Engineering International*, vol.14, issue 10.

³¹ Par convention, le bois importé d'autres régions ou des pays nordiques a été affecté à la sidérurgie, une industrie dont l'intérêt est de nature nationale, tandis que le scénario Virage-énergie a considéré que l'alimentation des réseaux de chaleur utilisait le bois d'origine locale. Mais cette convention peut être discutable selon le procédé de production du coke de bois et les espèces les mieux adaptées. Le bois importé d'autres régions ou pays est affecté des émissions du transport nécessaire pour l'acheminer et le mettre en œuvre (voir également le chapitre « Energies renouvelables »).

³² « Un scénario Négawatt pour la France », *ibid.*

³³ Rapport du groupe de travail « bilan RTE » mandaté par la CPDP-EPR et la CPDP THT Contentin-Maine sur. <http://www.debatpublic-epr.org/>

Tableau 4 – Consommation d'électricité spécifique (GWh) – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie

| | 2002 | 2010 | 2020 | 2030* |
|---------------------------------------------------------------------------|------|------|------|-------|
| Ménages nordistes | 1,49 | 1,61 | 1,69 | 1,73 |
| Réfrigérateur | 231 | 173 | 113 | 91 |
| Congélateur | 392 | 313 | 178 | 156 |
| Réfrigérateur-Congélateur | 487 | 425 | 302 | 291 |
| Lave vaisselle | 169 | 190 | 203 | 208 |
| Lave-linge | 325 | 310 | 271 | 255 |
| Sèche-linge | 164 | 178 | 189 | 155 |
| TV principale | 206 | 170 | 90 | 69 |
| Autres TV | 19 | 21 | 24 | 24 |
| Plasma ou LCD | 1 | 52 | 169 | 242 |
| Hi Fi | 71 | 57 | 29 | 31 |
| Magnétoscopes | 118 | 43 | 4 | 4 |
| Veilles | 446 | 288 | 127 | 87 |
| Home cinéma | 3 | 26 | 41 | 55 |
| DVD | 3 | 7 | 11 | 14 |
| Reconstitution d'après MINEFI et O. Siedler, et projection Virage Energie | | | | |

* après 2030, on ne considère plus d'évolution.

Pour le tertiaire, cette généralisation des appareils basée sur les équipements les plus économes existants induit également un gain considérable, et ce malgré la forte augmentation des surfaces tertiaires dans les scénarios utilisés en référence. Ces gains unitaires sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 5 – Les gains potentiels sur les usages spécifiques de l'électricité du tertiaire – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie

| Tertiaires : les gains potentiels sur les usages spécifiques de l'électricité | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Gain total estimé à l'horizon 2025* | 0,6 |
| Veilles | 0,75 |
| Ordinateurs | 0,75 |
| Eclairage | 0,8 |
| Ventilation, etc. | 0,5 |
| E&E d'après Négawatt 2005 | |

*Après 2025, un gain de 1% par an est considéré

4.3. Le scénario Virage-énergie sur les transports

4.3.1. Principales hypothèses sur les transports

Les projections utilisées en référence tiennent compte des accords des constructeurs sur la consommation unitaire, mais aussi d'une augmentation des consommations due à la climatisation. Ils prévoient entre autres :

- la stabilisation, à partir de 2020, du kilométrage parcouru par véhicule à 15 000 km par an ;
- des trafics de marchandises fortement déterminés par les évolutions nationales et européennes.

D'une façon générale, les hypothèses de croissance du transport peuvent être fortement critiquées (multiplication par six des distances parcourues en TGV dans le scénario national « Facteur 4 - Enerdata » par exemple). Comme dans le reste de l'exercice, le travail de Virage-énergie reste conservateur. En particulier, la croissance du transport de marchandises, liée en partie au maintien des capacités industrielles et surtout à la non prise en compte des vrais coûts (écologiques) du transport, n'est pas remise en cause. L'exercice de prospective sur les transports a d'autant plus de poids que d'autres hypothèses de croissance plus sobres rendraient plus aisé l'objectif de facteur 4.

Les scénarios nationaux de référence (« laisser-faire » et « Facteur 4 - Enerdata ») sont tous deux basés sur un accroissement continu de la mobilité, une multiplication des trajets en TGV et une motorisation toujours plus importante des ménages. Le scénario dit « Facteur 4 - Enerdata » prend en compte des motorisations plus économes et l'introduction de biocarburants et d'hybrides « plug-in³⁴ ». Ces dernières, ainsi que des transferts massifs de la route au rail, induisent une très forte augmentation de la consommation d'électricité du secteur des transports.

Les scénarios nationaux laisser-faire et « facteur 4-Enerdata » dans leur version régionalisée par nos soins n'aboutissent au mieux qu'à une stabilisation des consommations.

Pour le scénario Virage-énergie, les valeurs d'émissions et de consommations d'énergie ont été calculées indépendamment de ces scénarios.

³⁴ Il s'agit de motorisation hybride carburant-électrique dont une partie de l'électricité provient du réseau. Ce procédé fait l'objet d'une convention entre Toyota et EDF depuis 2007 pour son évaluation.

4.3.2. Taux de motorisation automobile

L'objectif est d'atteindre dans les zones centrales de la région un taux de motorisation des ménages comparable à celui des grandes métropoles allemandes ou de Paris. Les études ont en effet montré le lien fort entre la densité urbaine, la présence de systèmes performants de transports collectifs, et sans doute les coûts élevés du véhicule individuel. C'est notamment ce qu'on l'on peut observer en métropole lilloise³⁵.

Ce taux de motorisation est lui-même très lié au kilométrage parcouru durant l'année, quelque soit le nombre de véhicules possédés par les ménages³⁶. L'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile de France (IAURIF) montre très bien ce lien dans le cas de l'agglomération parisienne³⁷.

La modélisation dans le scénario Virage-énergie reconstitue les taux de motorisation existants dans la zone centrale de la métropole lilloise, dans la périphérie, dans les autres métropoles (Dunkerque, Valenciennes ...) et dans le reste de la région, puis fait évoluer les taux de motorisation sur le moyen terme vers les meilleurs taux existants pour des zones équivalentes. Seuls les habitants des zones rurales voient leur taux de motorisation se stabiliser voir Figure 15.

La segmentation en zones de densité d'habitation et d'emploi s'inspire des travaux de l'INSEE qui montrent que la concentration du transport s'intensifie dans la région Nord-Pas de Calais³⁸.

Une répartition géographique d'objectifs de taux de motorisation répondrait aux difficultés actuelles liées à l'étalement urbain et à la congestion croissante des axes routiers. Elle peut aussi constituer une opportunité de créer une agglomération dense et performante du point de vue du transport, sur le modèle des plus grandes métropoles modernes, ceci faisant appel à un modèle métropolitain ayant aussi ses propres limites³⁹.

Le taux de motorisation diminue en deux générations via une combinaison de mesures d'accompagnement (politique cyclable, auto-partage, transport public, navettes et taxis...) et contraignantes (taxation, limitation du stationnement gratuit au travail, restrictions de circulation...). L'objectif est d'atteindre dans la zone métropolitaine centrale les taux de motorisation observés à Paris et dans les métropoles allemandes. Au final, on table sur une légère augmentation du taux d'occupation (nombre moyen de personnes par véhicule) des autos en zone rurale, mais surtout sur un report massif sur les autres modes (vélo, auto-partage, transports en commun) en allant vers la zone centrale. Un autre modèle, celui des Pays-Bas, montre que dans les zones urbaines le taux d'utilisation du vélo peut atteindre des pourcentages importants (40% à Groningue) en fonction des politiques suivies sur le long terme et des habitudes inculquées dès le plus jeune âge⁴⁰.

A l'opposé, les covoiturages peuvent représenter une part significative des trajets dans les zones rurales si les incitations existent dans les collectivités et chez les employeurs privés, alors qu'elles ont peu d'impact en zone centrale.

Enfin le potentiel de l'auto-partage et des formules de location de courte durée a été estimé à près de 10% de la population par une étude détaillée des clientèles en Allemagne, à l'horizon 2020⁴¹. Sur une plus longue période, les avantages collectifs alloués (parking facilité, fiscalité, lien avec les autres transports collectifs...) peuvent faire encore augmenter ce chiffre. Les utilisateurs des services de partage ont alors un kilométrage annuel en forte régression, observée par l'étude, soit 20% de kilométrage en moins pour les possesseurs d'une seule voiture par ménage, et de 80% pour les clients exclusifs de l'auto-partage.

En face, le scénario dit « tendanciel » pousse le taux de motorisation jusqu'à l'extrême: les ménages d'une personne de moins de 60 ans ont tous une auto, et ceux de deux personnes en ont deux ! Ceci est bien

³⁵ Les enquêtes-ménages sur les déplacements des habitants de la Communauté Urbaine De Lille montrent qu'entre 1987 et 1998 les déplacements en voiture ont crû de 27% pour les habitants situés en communes périurbaines, cette évolution étant moins forte (+20%) pour les habitants des villes centrales, secteurs à plus forte densité. Ces mêmes études montrent aussi que dans cette même période 1987-1998, les consommations d'énergie dans les transports des habitants des villes les plus denses (Lille, Roubaix et Tourcoing), sont restées stables tandis qu'elles augmentaient pour les habitants des zones périurbaines (sources : Lille Métropole Communauté Urbaine, enquêtes ménages déplacements de 1987 et de 1998).

³⁶ Ce point est d'ailleurs à la base du calcul utilisé dans les études prises en référence, qui lient explicitement la possession d'une voiture et le kilométrage parcouru. Elles prévoient une stabilisation du kilométrage à 15 000 km par an.

³⁷ Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France (IAURIF), 2005, « La consommation énergétique des transports franciliens », *Note rapide sur les transports* n°400, Novembre, Paris

³⁸ A. Flipo, E. Vaillant, Institut national des études statistiques et économiques Nord-Pas de Calais (INSEE), 2004, « L'émergence d'un polygone central aux relations intenses », *Profils* n°10, Février.

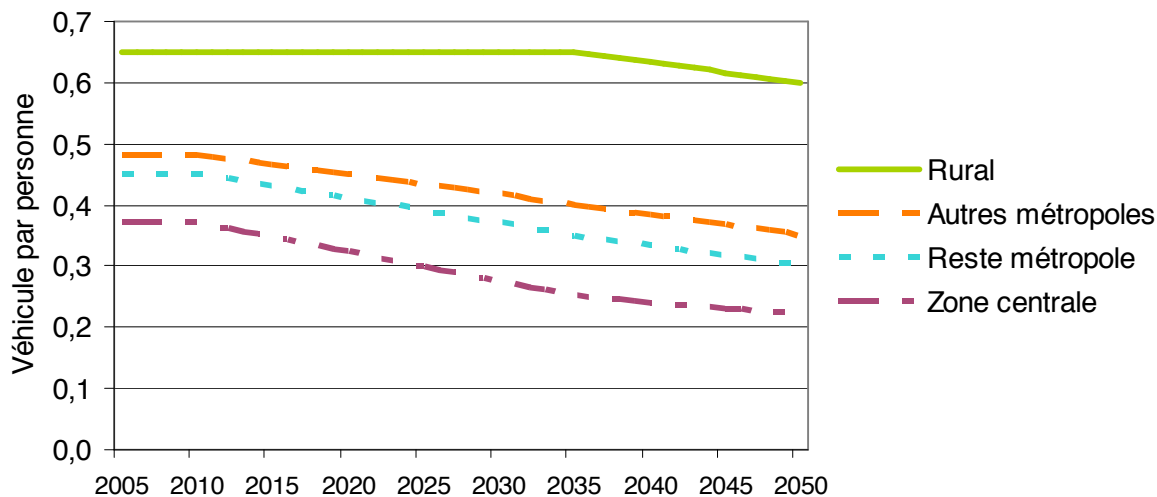
³⁹ Remarque : toutefois, au regard des limites de la métropolisation et de son caractère peu viable sur le moyen-long terme, le scénario Virage-énergie et les politiques proposées dans ce cadre visent aussi à redonner sa juste attractivité à la vie rurale. L'objectif est l'équilibre entre ville et campagne et la redynamisation des territoires ruraux par d'autres moyens que les activités périurbaines ou urbaines développées ces trente dernières années. Un travail d'étude supplémentaire dans la recherche de l'autonomie des secteurs ruraux, des activités adaptées à ces territoires et aux enjeux actuels, etc. pourrait être mené.

⁴⁰ La moyenne française annuelle de kilomètres parcourus en vélo est de 76km. On est bien loin des 800 à 900 km parcourus par les hollandais ou les danois, qui ont pourtant un climat moins propice que notre région. (Source : Eurostat)

⁴¹ Wilke G. et Bongardt D. 2007, "Future of car-sharing in Germany : customer potential estimation, diffusion and ecological effect", Wuppertal Institut, European Council for Energy Efficiency (ECEE) p.1747.

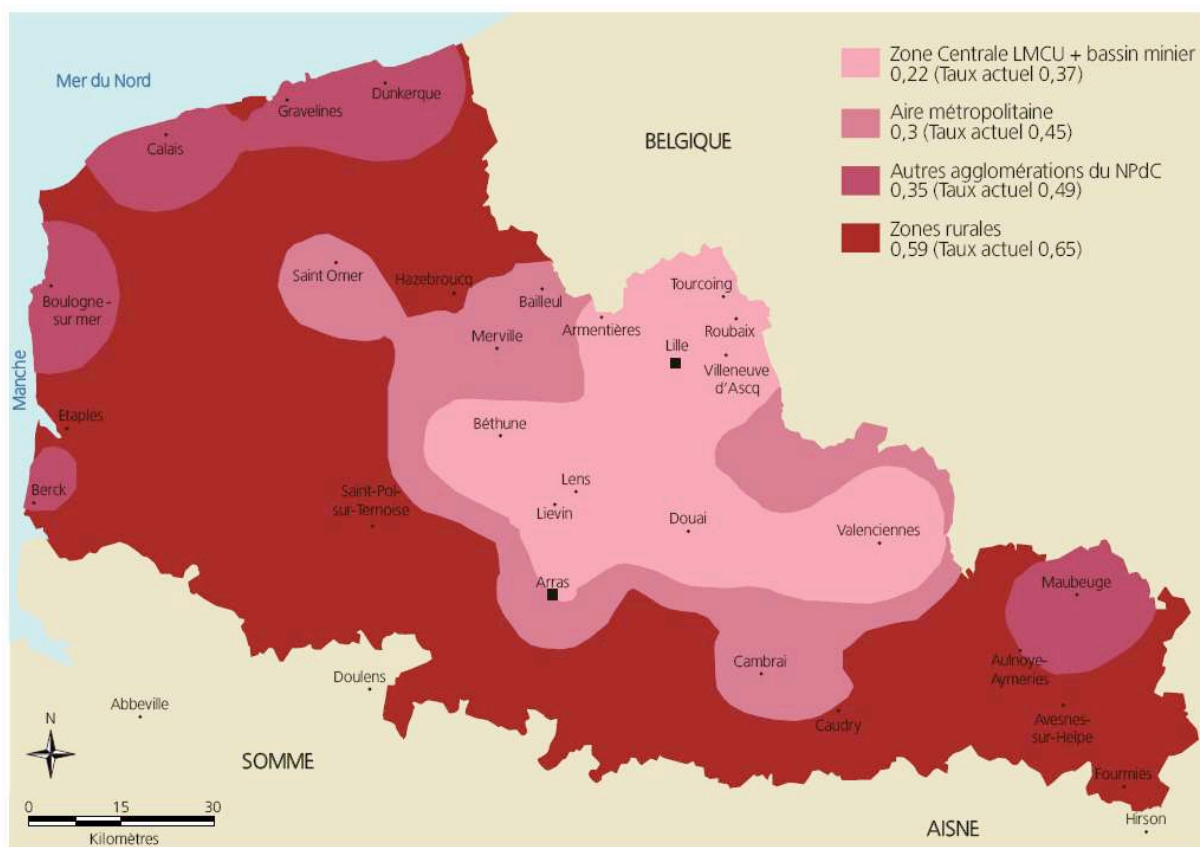
évidemment absurde - même hors des politiques de type Virage-énergie - vue la disparité des situations urbaines et les progrès réalisés par les alternatives.

Figure 15 – Taux de motorisation par personne – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



Les zones correspondant aux taux de possession sont indiquées dans la carte ci-après.

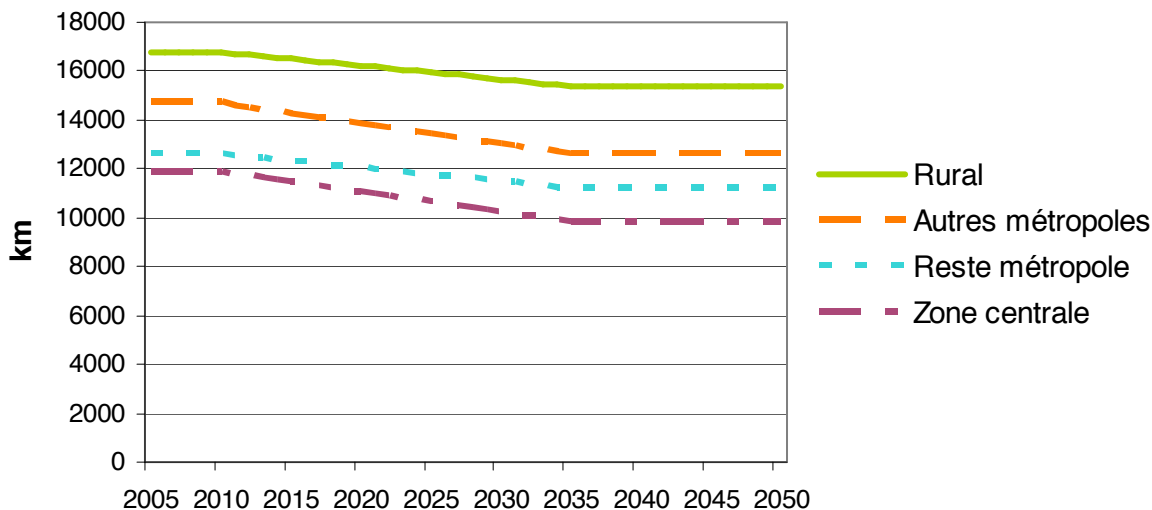
Figure 16 – Répartition géographique du taux de motorisation des ménages en 2050 – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



Réalisation Virage-énergie Nord-Pas de Calais 2008
Sources INSEE, densité de population lissée 1999

Le nombre de kilomètres parcourus plafonne lui aussi, ce qui correspond à la tendance actuelle face au prix de l'essence et aux contraintes supplémentaires (limitations de vitesse). Le kilométrage moyen est lui aussi fonction de la densité urbaine, ainsi que le montrent les études de l'IAURIF citées en référence.

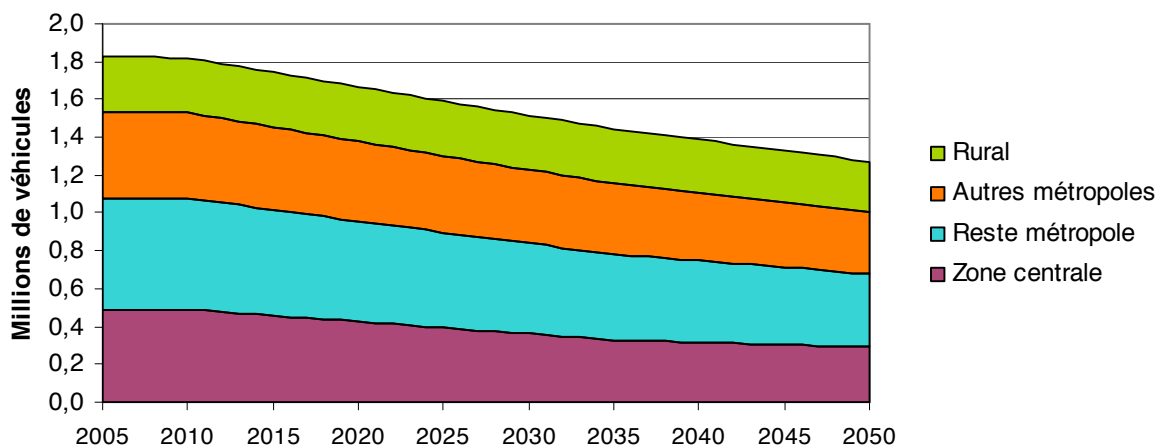
Figure 17 – Kilométrage moyen par véhicule – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



Avec le kilométrage parcouru, le nombre de véhicules est le principal déterminant de la consommation énergétique des ménages. Comme l'a également relevé Enerdata pour ses scénarios utilisés en référence, on observe que le kilométrage parcouru est dépendant de la possession ou non du véhicule par les ménages

Dans le scénario Virage-énergie, on considère que les habitants ruraux au sens large (définis comme résidant dans les zones hors des agglomérations) conservent un mode de vie plutôt dépendant de l'automobile⁴². Les habitants des agglomérations bénéficient quant à eux des systèmes de transports plus performants présents dans l'urbain. Il est en effet plus facile de développer des transports collectifs maillés et cadencés sur un territoire urbain pourvu d'une certaine densité de population et d'activités plutôt qu'en territoire rural à très faible densité.

Figure 18 – Nombre de véhicules particuliers en région Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



Le kilométrage total parcouru résulte de la combinaison du nombre de véhicules particuliers (Figure 18) et du kilométrage parcouru selon la zone considérée (Figure 16 et Figure 17). Celui-ci induit la consommation en fonction de la technologie des véhicules.

⁴² Même si la redynamisation nécessaire des bourgs ruraux par des services et du commerce de proximité doit limiter ce phénomène.

4.3.3. Transports collectifs

Une très forte augmentation est simulée, aussi bien pour les transports routiers que ferroviaires. Les voies ferrées sont dans la région presque entièrement électrifiées ce qui simplifie à la fois le calcul et sert l'objectif du facteur quatre. Les scénarios de référence prévoient une très forte augmentation des kilométrages parcourus par les TGV et les TER, soit une multiplication par cinq d'ici à 2050. Ce chiffre est conservé dans la transposition régionale bien que le Nord compte déjà davantage de parcours TGV que le reste de la France. Ceci représente sur la longue période un passage de 5,1 GV.km (Milliards de kilomètres-voyageurs) à 25 GV.km. Le scénario de référence « Facteur 4 - Enerdata » considère que les deux tiers de ce chiffre viennent du TGV.

L'autre augmentation provient des autocars et autobus. Le scénario « Facteur 4 - Enerdata » de référence prévoit à 2050 une augmentation sur ce poste de l'ordre de 25% (soit de 3 à 4 GV.km sur la transposition nordiste). Le scénario Virage-énergie, qui inclut une diminution nette des trajets automobiles telle que simulée plus haut, prévoit par contre une forte augmentation des cars, des autobus et des navettes en tous genres (tram train – navettes fluviales). Ces navettes sont complémentaires des politiques cyclables, de covoiturage, d'auto-partage, de rabattement TER etc. prévues par ailleurs. Ces autobus font l'objet d'une forte maîtrise de l'énergie, et d'une hybridation importante allant jusqu'à 30% du total (ce qui inclut les véhicules purement électriques)⁴³.

La transposition des chiffres nationaux est cependant arbitraire : les cars et autobus nationaux fournissent 45 milliards de kilomètre.voyageurs, soit au prorata de la population régionale environ 3 GVkm pour le Nord-Pas de Calais. Ce chiffre inclut les autobus urbains mais aussi les navettes publiques et privées, cars départementaux, autocars de tourisme... Si l'on prend les principaux réseaux de transport urbain, le nombre de voyages annuels est de l'ordre de 200 millions soit au moins 0,6 GVkm⁴⁴. L'augmentation simulée de ces services atteint un facteur 8 sur la période, ce qui correspond à un doublement tous les quinze ans, en incluant les taxis, les autobus à fort niveau de service, les navettes...

Le scénario Virage-énergie prévoit que les artisans professionnels pourront toujours utiliser leurs utilitaires individuels.

4.3.4. Cohérence d'ensemble du scénario Virage-énergie

Pour s'assurer de la cohérence du scénario Virage-énergie, un test possible est de comparer les trajets effectués au total afin de se rendre compte de la mobilité prévue dans le scénario Virage-énergie par rapport à celle prévue dans le scénario « Facteur 4 - Enerdata ». On compare alors les valeurs Virage-énergie au scénario national (régionalisé par nos soins) proposé par Enerdata pour son « facteur 4 », même si ce dernier est lacunaire sur le volet transport.

⁴³ Pour une raison de simplification, l'alimentation de véhicules au biogaz (exemple des bus de la métropole Lilloise) n'a pas été modélisée. Cette modélisation serait assez transparente sur le résultat final car il s'agirait d'un transfert (biogaz – combustible fossile) entre le secteur du transport et celui de la production d'énergie.

⁴⁴ Exemple du nombre de voyages et distances parcourues en 2003 et 2004 sur différents réseaux de la région Nord-Pas de Calais

| | Lille | | Valenciennes | | Dunkerque | | Boulogne-sur-Mer | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------------|-------|-----------|--------|------------------|--------|
| | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 |
| Voyages effectués (en milliers) | 117000 | 120209 | 18 604 | 18704 | 14 162 | 15 211 | 10 322 | 10 455 |
| Distances parcourues(en milliers de km)(1) | 29 532 | 30088 | 8 455 | 9095 | 6 185 | 6367 | 2 850 | 2890 |
| <i>Source : Centre d'études des réseaux de transports urbains - Transpole (réseau Lille) –DGEMP 2006</i> | | | | | | | | |

Le Tableau 6 compare les niveaux et des types de mobilité :

Tableau 6 - Comparaison des mobilités

| En Gv.km | | Total* | Voiture individuelle | Bus et taxi | Train | Autres modes*** |
|------------------------|--------|-------------------|----------------------|---------------|---------------|-----------------|
| Scénarios | Actuel | 35 | 27 | 3 | 5 | - |
| F4 Enerdata** | 2050 | 60 | 31 | 4 | 25 | -- |
| Virage-énergie | 2050 | 59 | 15 | 12 | 25 | 7 |
| Laisser-faire** | 2050 | 178 Gv.km en 2030 | Non renseigné | Non renseigné | Non renseigné | Non renseigné |

* Ce chiffre ne donne qu'un ordre de grandeur, car il ne tient pas compte de politiques cyclables ou autres (co-voiturage,...).

** transposition régionale par nos soins des chiffres nationaux.

*** co-voiturage, auto-partage, vélos.

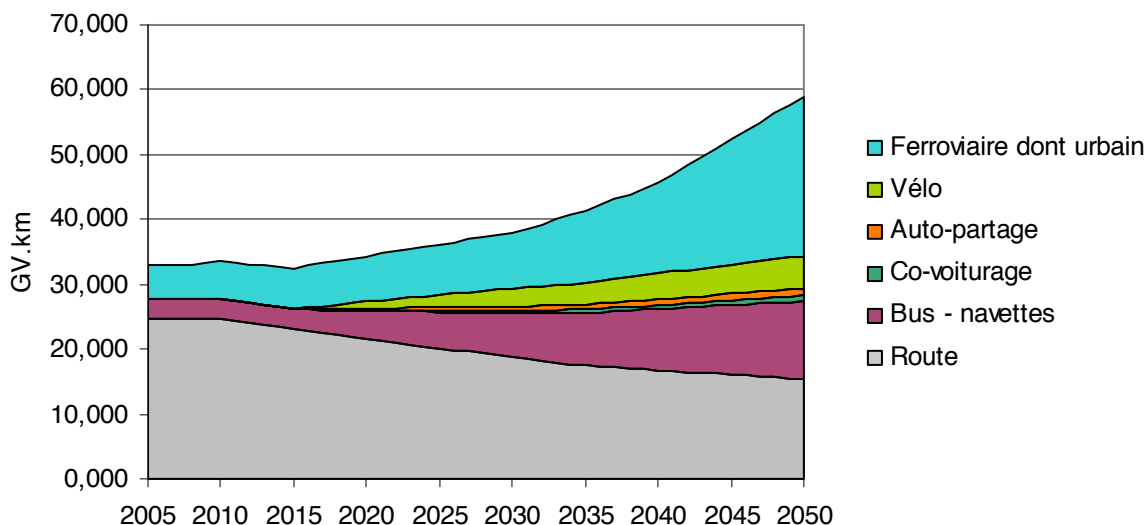
Ce que nous apprend le Tableau 6 :

- la mobilité globale est la même entre le scénario Virage-énergie et le scénario national de « Facteur 4 – Enerdata ». En d'autres termes, le scénario Virage-énergie n'intègre pas une diminution de la mobilité d'ici 2050. Au contraire, il se calque sur le quasi-doublement de la mobilité tel que prévu dans le scénario national (ceci peut être critiqué sur le fond mais est une conséquence du choix de conserver les déterminants de référence) ;
- le scénario « laisser-faire » laisse entendre quant à lui une explosion de la mobilité (multiplication par 5 dès l'horizon 2030), dû à l'augmentation des kilométrages en voitures individuelles et du nombre important de ces dernières ;
- dans le scénario Virage-énergie, la part modale de l'automobile individuelle dans les transports motorisés régresse de 75% à 26% en incluant l'ensemble des alternatives (y compris vélo, marche à pied, navettes, co-voiturage et auto-partage). Cela représente chaque année une diminution de la part automobile de 1,1% environ. Malgré cette baisse de l'utilisation de la voiture, la mobilité en 2050 dans Virage-énergie reste la même que dans le scénario de référence « Facteur 4 – Enerdata ».

Quels sont les enseignements que l'on peut en tirer ?

- Le nombre de véhicules à certains endroits détermine le kilométrage. L'étude nationale d'Enerdata le souligne la croissance de la mobilité n'est donc pas absolue et ne s'effectue pas de manière linéaire. Le kilométrage parcouru en voiture dépend directement du nombre de véhicules par ménage. Et ceci est également directement lié aux politiques de transport et d'urbanisme poursuivies.
- En nombre les trajets effectués restent les mêmes entre le scénario Virage-énergie et le scénario « Facteur 4 - Enerdata ». En revanche la longueur de ces mêmes trajets qui se réduit dans le scénario Virage-énergie. Ceci est rendu possible par les politiques de transport et d'urbanisme proposées par le scénario Virage-énergie qui sont plus adaptées au défi du facteur 4. En donnant la possibilité aux personnes de toujours se déplacer (pour le travail, l'école, les loisirs etc.) tout en leur évitant la « sur-mobilité » qui nuit à la qualité de vie, le scénario Virage-énergie est celui du bon sens. On arrive à un système non restreint de déplacements tout en réduisant les longueurs de ces derniers.
- Pour les transports de passagers, le scénario Virage-énergie prévoit donc une transformation de la région : les déplacements en voiture évoluent pour se reporter en grande partie vers les autres modes moins énergivores. Ce partage modal varie en fonction du secteur où l'on habite et qui sera plus ou moins pourvu d'alternatives à la route : plus de possibilités de report en urbain et donc moins de voiture, autant de voitures en rural... (cf. Figure 16).

Figure 19 – Mobilité des personnes – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



Remarque : les chiffres sont agrégés entre « urbain dense » et « interurbain », ce qui explique ici une faible proportion du vélo. Ce dernier représente en effet au final une proportion significative des trajets en zone dense, mais pas si l'on considère l'ensemble des déplacements et surtout les distances.

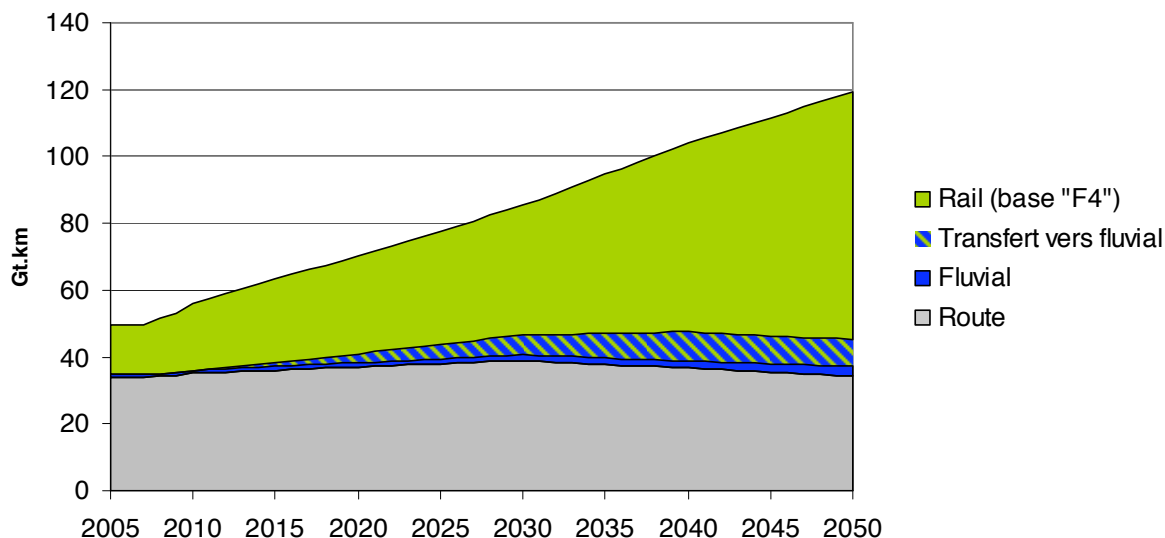
4.3.5. Transports de marchandises

Le scénario Virage-énergie utilise, pour les besoins de transport de marchandises, les projections des études de référence, qui sont liées aux activités économiques.

Cependant, le potentiel de transfert vers la voie d'eau est, dans le Nord-Pas de Calais, nettement supérieur à celui des autres régions, surtout dans le contexte d'organisation en plate-forme logistique intermodale. Pour le transport de longue distance par tracteurs routiers, la création du canal Seine-Nord Europe offre aussi une possibilité de transfert sur le moyen-long terme.

L'évolution des trafics présentée dans le graphique (Figure 20) utilise comme base de référence le scénario dit « Facteur 4 – Enerdata ». Ce graphique illustre l'évolution favorable au transfert vers le transport fluvial (tranche supérieure) de façon importante, mais compatible avec les potentiels de desserte des grandes villes de la région.

Figure 20 – Evolution du trafic de marchandise – Nord-Pas de Calais – F4 Enerdata et Virage-énergie



Le scénario Virage-énergie pour l'évolution des trafics de marchandises reprend les hypothèses du scénario national « Facteur 4 - Enerdata », excepté le fluvial et transfert vers fluvial qui constituent des propositions propres à Virage-énergie.

La Figure 20 présente une limite : les trafics de marchandises, conformément au scénario national, sont en augmentation. Cette croissance des trafics est critiquable dans l'hypothèse (reprise par tous les scénarios) où la production industrielle augmente beaucoup moins. Elle est d'autant moins justifiable que le scénario Virage-énergie encourage plus globalement la réduction des flux de matières par le recyclage des matériaux, la relocalisation progressive de l'économie, la consommation croissante de produits locaux et décroissante de produits importés ... (cf. chapitre transports). Cela laisse présager des gains d'économies qui pourraient être réalisés dans un scénario aux hypothèses plus sobres (stabilisation de la croissance, voire baisse des flux...). Les propositions d'infrastructures qui en découleraient seraient également moins lourdes et exerceraient un impact moindre sur l'environnement, la santé et les finances publiques.

4.3.6. Les consommations de carburant du transport pour les passagers et les marchandises

Une fois les trafics déterminés, on en déduit les consommations en les croisant avec l'évolution des parcs de véhicules.

Véhicules particuliers et Véhicules Utilitaires Légers (VUL) Les consommations unitaires des véhicules particuliers neufs descendent tout d'abord sous les 120 g de CO₂/km prévus en Europe en 2012 et sont encore réduites quinze ans plus tard pour enfin s'aligner sur les meilleurs prototypes existants actuels, soit 60 g de CO₂/km⁴⁵. Le renouvellement des véhicules s'effectue actuellement en moyenne tous les 16 ans pour les véhicules particuliers et 12 ans pour les utilitaires légers⁴⁶. Le renouvellement est donc particulièrement lent mais les mesures fiscales ou les primes peuvent accélérer cette rotation. Virage-énergie considère ainsi une moyenne de 15 ans de durée de vie, dans un calcul simplifié. Pour les VUL les gains sont légèrement inférieurs.

⁴⁵ A noter que le système bonus-malus mis en place début 2008 comprend déjà cette catégorie des 60 g CO₂/km.

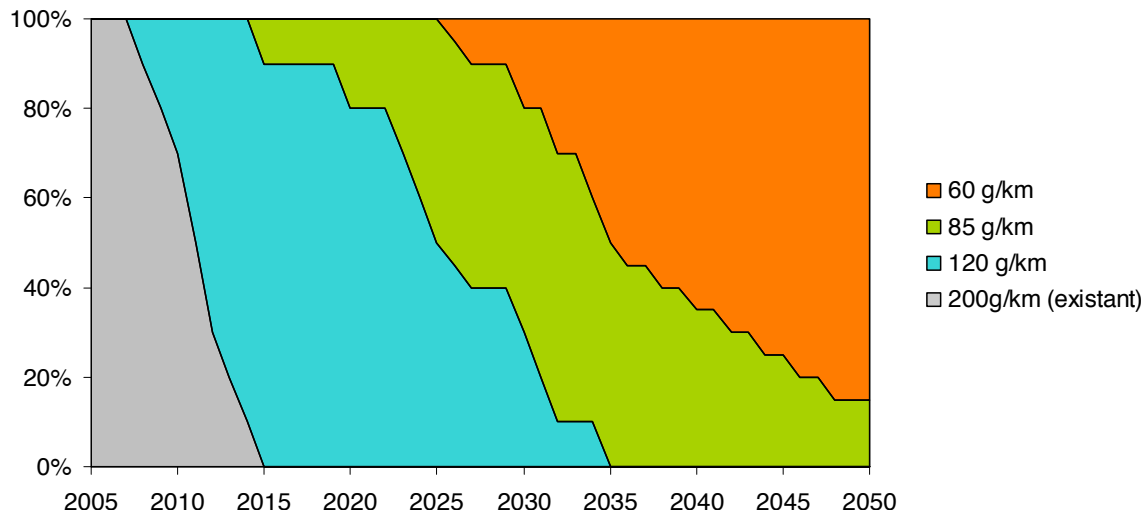
⁴⁶ Renouvellement annuel des véhicules Neuf (2005)

| Renouvellement annuel des véhicules | | | | |
|-------------------------------------|-------------|------------|------|----------------|
| | Neuf (2005) | Parc total | Taux | Renouvellement |
| Autos | 109623 | 1809814 | 0,06 | 16,51 |
| Camionnettes et camions | 19625 | 248898 | 0,08 | 12,68 |

D'après INSEE 2006, calcul E&E

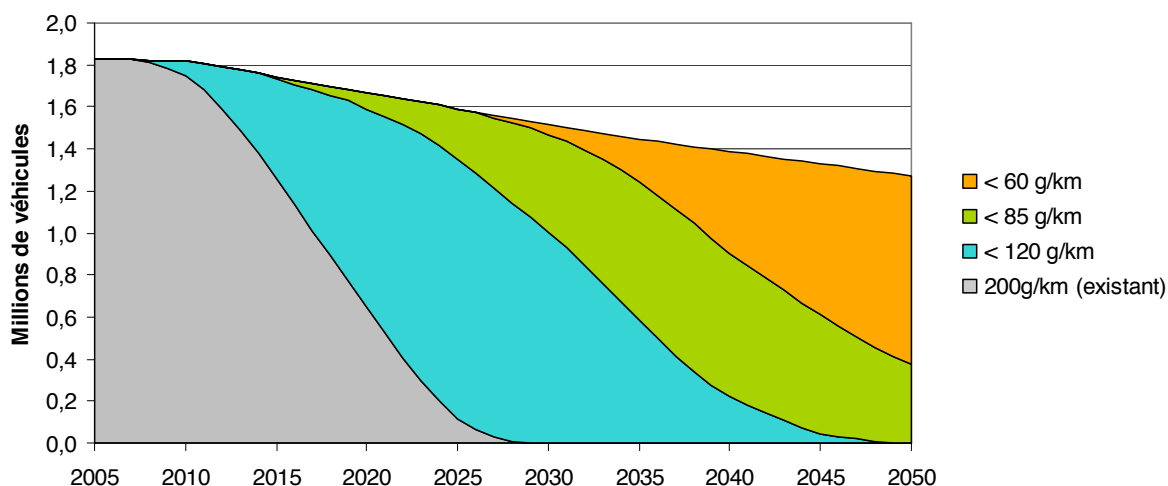
Les parts de marché des voitures neuves sont données dans le graphe suivant :

Figure 21 – Part de marché des voitures neuves – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



Ceci induit une répartition des parcs automobiles qui donne les stocks totaux par année illustrée par la Figure 22 :

Figure 22 – Répartition des voitures selon leurs émissions – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



Une fois le parc automobile défini, l'évolution du kilométrage décrite au paragraphe 234.3.2 permet d'obtenir le bilan total.

Camions. Les tracteurs routiers et les camions font l'objet d'une amélioration unitaire sur le moyen terme, qui est liée à la motorisation, à une meilleure adaptation des tailles des camions de livraison, et à une optimisation des trajets et des chargements. Les tracteurs routiers, déjà très efficaces (mais souvent motorisés à l'excès) bénéficient d'améliorations de long terme. A ces gains techniques s'ajoute une forte proportion de propulsion hybride électrique qui substitue du carburant par de l'électricité.

Traction ferroviaire. Pour le rail, les gains unitaires sont de 20% sur une première période à l'horizon 2030 - il s'agit de gains déjà estimés par les constructeurs - puis de gains supplémentaires obtenus par l'optimisation des trajets et des chargements. Une partie de ces gains est obtenue par l'effet des directives européennes qui

obligent les tractionnaires à détailler leurs consommations électriques, ce qui permet une facturation détaillée aux opérateurs⁴⁷.

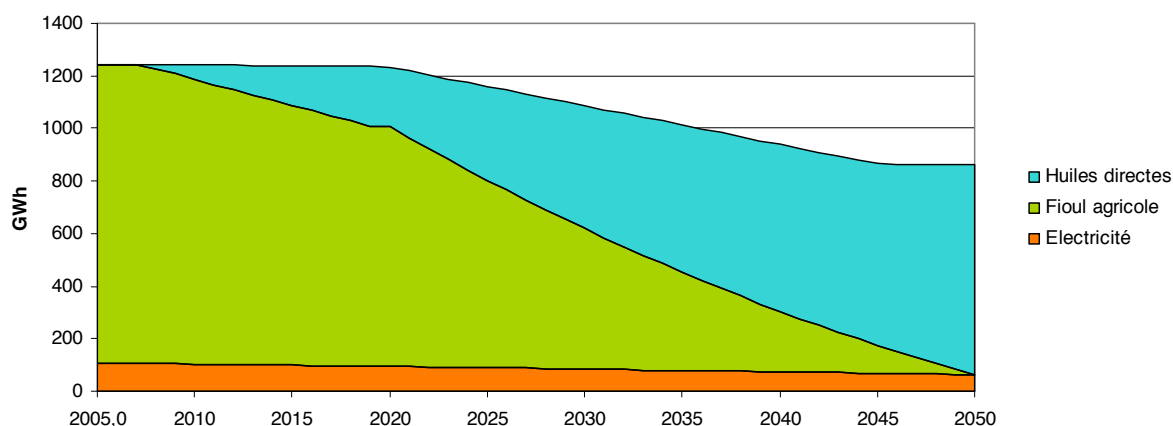
Pousseurs et péniches. Enfin, sur la période de projection, la voie d'eau est affectée d'une amélioration de 30% des performances des pousseurs actuellement peu optimisés. A noter que les technologies avancées comme la pile à combustible électrique ou des micro-turbines ont des potentiels importants tout comme le cabotage maritime pour les longues distances. Celui-ci consomme deux fois moins que le fluvial pour les conteneurs et environ la même chose que le train en transport combiné et encore quatre fois moins que les maxicodes routiers⁴⁸. Pour le vrac (pétrole, etc.) la différence est bien plus spectaculaire par rapport aux autres modes.

4.3.7. Agriculture et agrocarburants

Globalement, le scénario présenté ne fait pas appel aux agrocarburants. Seul le secteur agricole – qui consomme dans la région une centaine de ktep de fioul - est concerné à une échelle significative dans le scénario Virage-énergie, en fonction de la rentabilité économique que peut atteindre l'huile végétale pure ou recyclée comme carburant pour les agriculteurs par rapport au prix du fioul et du prix des cultures à la vente (qui sont en région à forte valeur ajoutée). L'utilisation des sols cultivables est réservée à des produits de plus grande valeur ajoutée, tandis que les déchets sont utilisés via la méthanisation et/ou la combustion cogénération (Cf. chapitre énergies renouvelables).

Les tracteurs font l'objet d'une optimisation de leurs performances et surtout leur surdimensionnement actuel est limité. Les gains au total représentent une économie de 30% par rapport aux consommations actuelles. La répartition des utilisations de l'énergie est donnée dans la Figure 23. A noter pour rappel que le calcul Virage-énergie ne tient compte que des émissions de l'énergie utilisée par l'agriculture.

Figure 23 – Consommation d'énergie dans l'agriculture – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



4.3.8. Véhicules électriques et hybrides

Plusieurs voies sont possibles pour substituer le carburant des véhicules particuliers. L'option hybride telle qu'elle est développée actuellement ne représente de facto qu'une méthode de diminution des émissions en rendant plus efficace le cycle du moteur, en particulier en ville. L'autre voie est la technique « plug-in », c'est-à-dire l'utilisation du courant du réseau pour alimenter des véhicules électriques ou combinant le moteur à combustion interne et le fonctionnement sur les batteries.

Cependant, la technologie électrique peut aussi ne servir qu'à améliorer les performances environnementales de véhicules lourds et puissants. Le scénario Virage-énergie préconise l'utilisation de l'électricité du réseau dans les conditions qui sont les plus favorables à chacun des véhicules, comme la livraison en ville pour les VUL, certaines liaisons et les auxiliaires à l'arrêt pour les tracteurs routiers (ex. réfrigérateurs des camions) et de façon importante les autobus et navettes routières.

⁴⁷ Hribar G. et al. 2007, « Evaluation of traction energy savings in railway sector », Ref.8,160, in *European Council for Energy Efficiency (ECEE)*.

⁴⁸ Ministère des Transports dans les Tableaux, DGEMP.

Le facteur de substitution fait l'objet d'une discussion importante. Pour une voiture électrique de type nord-américain, le gain en énergie primaire peut être estimé jusqu'à 50%⁴⁹ ce qui peut sembler exagéré pour un véhicule européen au diesel. Au total, on arrive à un facteur de l'ordre de deux sur la base de l'énergie finale.

Le pourcentage de courant du réseau utilisé dans les scénarios de référence semble lié au fait d'avoir hybridé des véhicules dont les performances globales restent médiocres.

4.3.9. Aviation

La consommation d'énergie liée à l'aviation est actuellement faible sur la région Nord-Pas de Calais. Cela est dû pour une part à la présence des TGV qui évitent en bonne part le recours à l'aviation régionale, d'autre part à la proximité de l'aéroport de Roissy et dans une moindre mesure des aéroports desservis par les compagnies à bas coût comme Beauvais, Charleroi ou Liège. Cette consommation limitée a de bonnes chances de se poursuivre vu la bonne liaison avec Paris et les aéroports belges. Reste que la consommation unitaire de l'aviation imputable aux nordistes est peut-être sous-estimée, que ce soit dans la projection de référence ou dans le scénario Virage-énergie. L'explosion actuelle du tourisme peut cependant contredire cette vision et devra être analysée.

A titre conservatoire, on a considéré la projection des consommations au prorata des croissances envisagées par le scénario de référence F4. On peut considérer que l'accroissement très important des distances parcourues en TGV (multiplication par 5) dans la référence « Facteur 4 » compense une consommation de l'aviation limitée. Ceci est illustré par le Figure 19, qui peut paraître surévalué en terme de croissance du TGV. Comme pour l'industrie, on ne peut raisonner en prenant la Région Nord-Pas de Calais de façon totalement isolée pour une prospective aussi collective que le facteur quatre. La question de l'interdépendance de la région doit donc être posée pour donner au travail Virage-énergie toute sa crédibilité.

4.3.10. Bilan global des énergies consommée par les transports

Le scénario Virage-énergie correspond à une diminution moyenne annuelle de 3% telle que prévue par la France dans sa loi d'orientation sur l'énergie adoptée en juillet 2005 et conformément aux objectifs de l'Union européenne.

⁴⁹ Efficacité comparée pour des véhicules nord-américains in Gribben C. "Debunking the Myth of EVs and Smokestacks", Electric Vehicle Association of Greater Washington, D.C (EVA/DC). Commentaires E&E.

| | Véhicule électrique | Combustion interne |
|--------------|------------------------------|-------------------------|
| Cycle amont | 39% (centrale électrique) | 92% (Raffinage) |
| Transmission | 95% | - |
| Chargement | 88% | - |
| Véhicule | 88% (Electrique avancé 92%) | 15% (Diesel avancé 42%) |
| Global | 28% (81% sur énergie finale) | 14% (42% sur final) |

Dans le cas français, la transmission et la distribution représentent plutôt 10% de pertes, tandis que le véhicule électrique de technologie avancée aurait plutôt 8% de pertes que 12%. Enfin, une centrale électrique à cycle combiné aurait un rendement dépassant 50%. Pour éviter toute polémique sur ce dernier point et faciliter la modélisation, la substitution est réalisée sur l'énergie finale, soit dans le cas français pour un véhicule léger un facteur deux entre l'énergie de l'électricité utilisée et le diesel substitué (42% de rendement). Ce rapport peut être plus élevé pour des usages intermittents (livraisons, cycles courts urbains), où l'électricité a une supériorité importante même sur les moteurs avancés (géométrie variable, hybridation à l'air comprimé). Cette méthode est ainsi valide quelle que soit la ressource utilisée pour l'électricité.

⁴⁹ Pour plus d'informations au sujet des modèles utilisés et de leurs limites, se reporter à l'étude d'Enerdata : « Etude pour une prospective énergétique concernant la France », rapport final, 01-02-2005, ENERDATA et LEPII/IEPE pour l'Observatoire de l'Energie - <http://www.industrie.gouv.fr/energie/prospect/pdf/oe-facteur-quatre.pdf> – accès juillet 2007.

Figure 24 – Comparaison des consommations de carburant des transports dans les scénarios Laisser-faire, F4, Virage-énergie – Nord-Pas de Calais

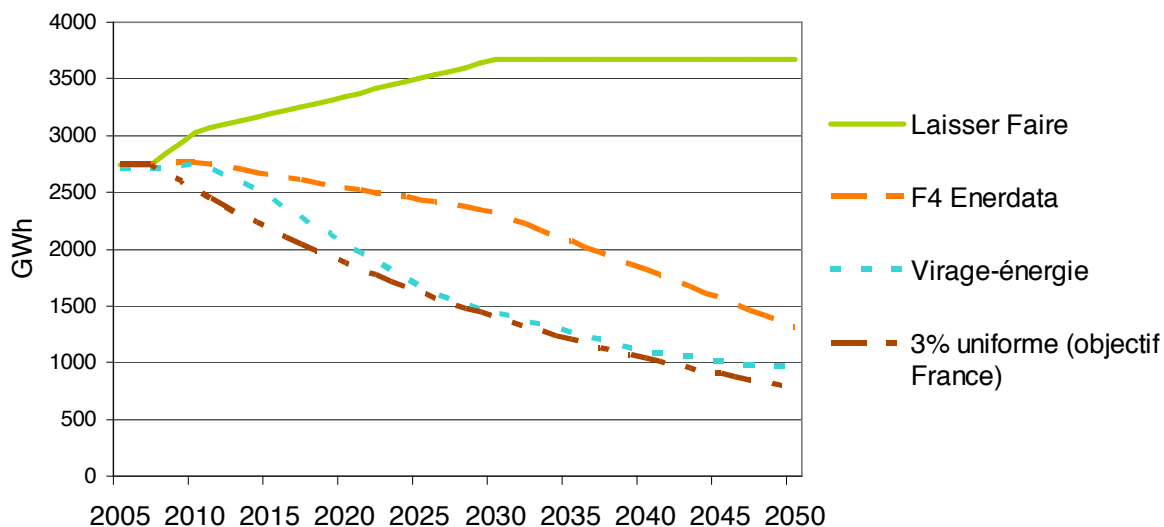
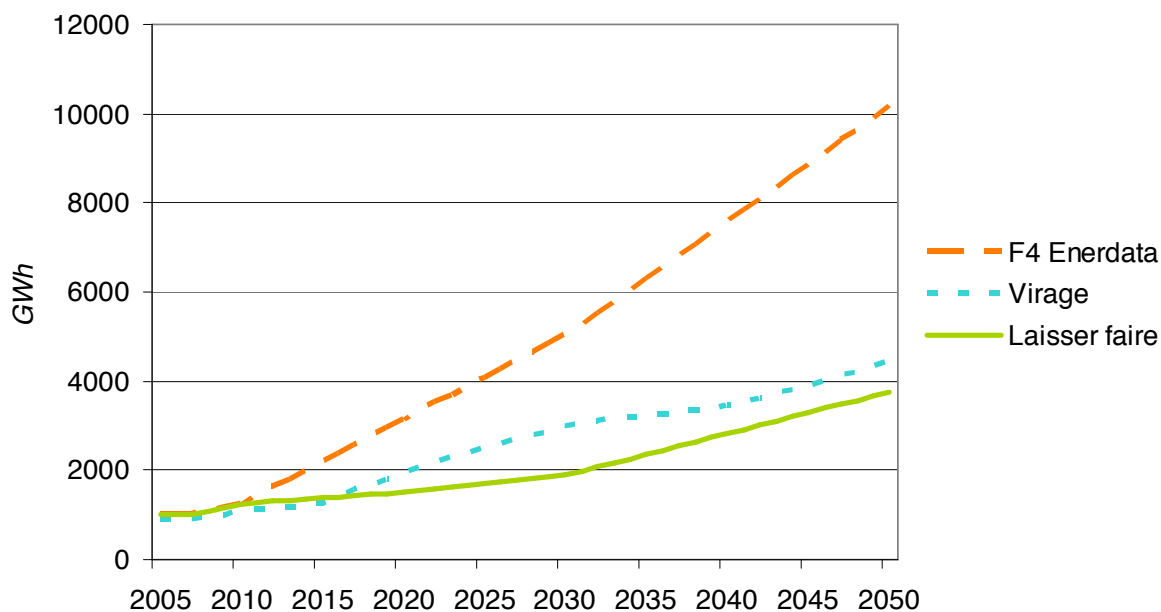


Figure 25 - Comparaison des consommations d'électricité des transports dans les scénarios Laisser-faire, F4, Virage-énergie – Nord-Pas de Calais



Ces résultats sont obtenus sur la période par les méthodes décrites dans les paragraphes suivants

4.4. L'industrie dans le scénario Virage-énergie

4.4.1. Les économies réalisées sur l'industrie par le scénario Virage-énergie

Les hypothèses prises dans le scénario de référence « laisser-faire » sont précisées dans l'étude Enerdata dont le cadre macroéconomique utilisé est issu du modèle international POLES⁵⁰. Les hypothèses des scénarios « Facteur 4 - Enerdata » et Virage-énergie sont les mêmes et sont exposées en début de document et détaillées en annexe.

Par rapport au scénario de référence Enerdata les économies réalisées dans Virage-énergie portent d'une part sur les consommations de chaleur, de l'autre sur la consommation électrique⁵¹.

Par rapport au scénario de référence, un gain significatif, de 30%, est obtenu vis-à-vis du chauffage sur le moyen terme. Celui-ci est obtenu par la modernisation progressive des locaux d'ateliers et surtout grâce à l'alignement des bureaux des industries sur la construction tertiaire. D'autres économies portent sur les usages de procédés. Les calculs du scénario tiennent compte de l'inertie importante des investissements de ce secteur, pour un total de 20% vers 2035⁵².

4.4.2. Récupération de la chaleur issue de l'industrie

Le concept « d'écologie industrielle » est bien adapté à une région dont l'industrie est répartie sur un nombre limité de bassins d'où l'intérêt d'anticiper l'accès à des zones industrielles pour permettre une complémentarité entre industries présentes, les déchets ou rejets des uns pouvant servir aux autres. Elle entre également en forte synergie avec la construction d'importants réseaux de chaleur urbains.

Si l'on part des besoins de chaleur de l'industrie, qui sont actuellement majoritairement couverts par le gaz, la chaleur évacuée par les effluents gazeux et liquides de l'industrie est de l'ordre de 15000 GWh. Une partie de cette chaleur est évacuée à plus de 80°C, tandis que les effluents tièdes peuvent être récupérés via un cycle thermodynamique de pompe à chaleur⁵³.

Une étude détaillée serait nécessaire sur l'utilisation de ces effluents durant l'année, et de l'intérêt éventuel à mettre en œuvre des stockages inter-saisonniers pour faciliter l'alimentation des réseaux de chaleur urbains. Ces installations permettraient d'optimiser l'investissement et le fonctionnement du système, et surtout d'augmenter les taux de contribution des récupérateurs industriels.

Le scénario Virage-énergie considère que sur le moyen terme ce sont 15% des besoins de l'industrie qui peuvent provenir de la récupération/valorisation. Ce potentiel est mis en œuvre sur le moyen-long terme (2035).

A cette chaleur échangée via les réseaux reliant les sites industriels s'ajoute la récupération des réseaux urbains (égouts) qui peut se contenter de chaleur à plus basse température. La vente de cette chaleur peut représenter un revenu appréciable pour les branches concernées, une fois l'équipement réalisé en réseaux et en stockages.

⁵⁰ Pour plus d'informations au sujet des modèles utilisés et de leurs limites, se reporter à l'étude d'Enerdata : « *Etude pour une prospective énergétique concernant la France* », rapport final, 01-02-2005, Enerdata et LEPII/IEPE pour l'Observatoire de l'Energie - www.industrie.gouv.fr/energie/prospect/pdf/oe-facteur-quatre.pdf.

⁵¹ La consommation des procédés est distinguée des combustibles utilisés pour le chauffage et des hydrocarbures utilisés comme matière première. Ces derniers vont essentiellement à la fabrication des engrais. Ces trois postes sont analysés séparément.

⁵² Source i.a., les estimations de l'OCDE, et surtout du GIEC 2007 : Berstein L. et Roy J. Chapter 7 – Industry, "Process-specific technologies and measures", Fourth Assessment Report, WGIII, IPCC 2007.

⁵³ A titre conservateur il a été considéré que le coefficient de performance (COP) des machines était de 3,5 seulement.

4.4.3. Solaire thermique dans l'industrie

Pour le système de récupération de chaleur entre entreprise (direct ou via des réseaux de chaleur), devenu très flexible entre les sites, doté d'une importante inertie en cas de fluctuations dans la production de chaleur, on peut envisager une contribution solaire. Les technologies sous vide développent actuellement des produits nettement moins chers qu'auparavant et pouvant produire de l'eau à température supérieure à 80°C, voire sous forme de vapeur. Paradoxalement, le prix de revient pour l'industrie peut être ramené sur le long terme entre 3 et 5 c€/kWh⁵⁴ dans les conditions les plus favorables. Cela reste élevé pour de la chaleur à basse température mais peut néanmoins concurrencer à terme le gaz⁵⁵. A ce coût s'ajoute de plus en plus le prix du système de permis échangeables (ETS) de l'industrie, qui atteint actuellement des sommes non négligeables (20 €/tCO₂ à l'horizon 2008) et pourrait encore augmenter dans les périodes suivantes, ce qui rendrait le solaire intéressant⁵⁶.

L'industrie possède en général plus de surfaces disponibles (toitures, friches) que l'habitat : de l'ordre de 20 millions de mètres carrés bâtis dans la région⁵⁷. De telles surfaces permettent d'envisager une forte baisse des coûts. Cependant, la production solaire thermique même reliée à un réseau et à des stockages ne représente qu'un appoint de substitution, et oblige donc à un double investissement dans le solaire et dans l'appoint. Cela doit donc être contourné par des politiques publiques facilitant l'externalisation de la production solaire vers des sociétés d'investissement spécialisées et via des aides spécifiques ou une fiscalité adaptée.

L'objectif est la substitution du charbon à l'horizon 2040. Un objectif simple est la diminution radicale du charbon dans le bilan de l'industrie à l'horizon 2040 (hors sidérurgie). Ce résultat peut être obtenu par la taxation du carbone mais aussi par le refus de subventionner l'importation de charbon. Le charbon résiduel est remplacé par le gaz ou l'énergie des réseaux de chaleur selon l'usage.

4.4.4. Les combustibles spéciaux et le recyclage

Une partie des déchets spéciaux - 68 ktep annuels dans le cas du Nord-Pas de Calais - sont considérés comme incinérés à leur valeur calorifique dans les statistiques du Ministère de l'Industrie (SESSI). Cependant, ce poste devient très important en proportion des émissions. A long terme, on a considéré que les produits recyclables l'étaient en proportion croissante, ce qui enlève d'autant les besoins des industries correspondantes. D'autres produits, comme les goudrons, sont incorporés aux routes ou stockés sous forme inerte, voire disparaissent des emballages industriels (une grande partie du PVC par exemple). Les pneus sont incorporés au bâtiment, de même que les déchets textiles (revêtements de sols). Au final, les émissions de cette catégorie de déchets sont réduites fortement en fin de période. L'énergie correspondante est remplacée par le gaz et les autres énergies de substitution.

Dans le cas de la région Nord-Pas de Calais, on peut remarquer que les déchets spéciaux des industries, sont souvent brûlés en cimenterie ou dans les vieilles centrales à charbon, alors que l'on pourrait à terme soit éviter de les produire, soit les valoriser mieux qu'actuellement. A moyen terme, les émissions de ces déchets sont alignées sur celles du gaz. Ce calcul est légèrement simplificateur mais dans un sens conservateur puisque ces déchets sont soit valorisés dans des usages générant moins d'émissions que le gaz, soit substitués par du gaz.

⁵⁴ Ceci montre que le prix de la chaleur solaire pourrait ne plus être réhibitoire dans un avenir proche. Ce calcul de la rentabilité économique prend en compte les capteurs les moins chers du marché (140 €/m²) et un « reste du système » de 50% à 100%. Il tient compte d'une industrialisation de la pose. Les coûts futurs peuvent être inférieurs pour des quantités de plusieurs millions de mètres carrés. L'actualisation nette (testée sur 20 ans) est de 5% et 8%.

⁵⁵ Actuellement le gaz est payé par l'industrie entre 2,66 et 4,01 c€/kWh, Prix 2007 selon le MINEFI in « Prix des Energie », Energie et Matières Premières, janvier 2007.

⁵⁶ Conséquences de la taxation des émissions sur le prix du gaz et du charbon.

| Prix European Trading System ETSn – échnages ded permis en €/tCO ₂ | 20 | 50 | 100 |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|-------|
| Taxation gaz (€/kWh) | 0,0044 | 0,011 | 0,022 |
| Taxation charbon(€/kWh) | 0,0072 | 0,018 | 0,036 |

INSEE 2006 : 653 millions de m² commencés pour l'industrie en 2006, soit 20 millions pour une durée de vie moyenne de 30 ans.

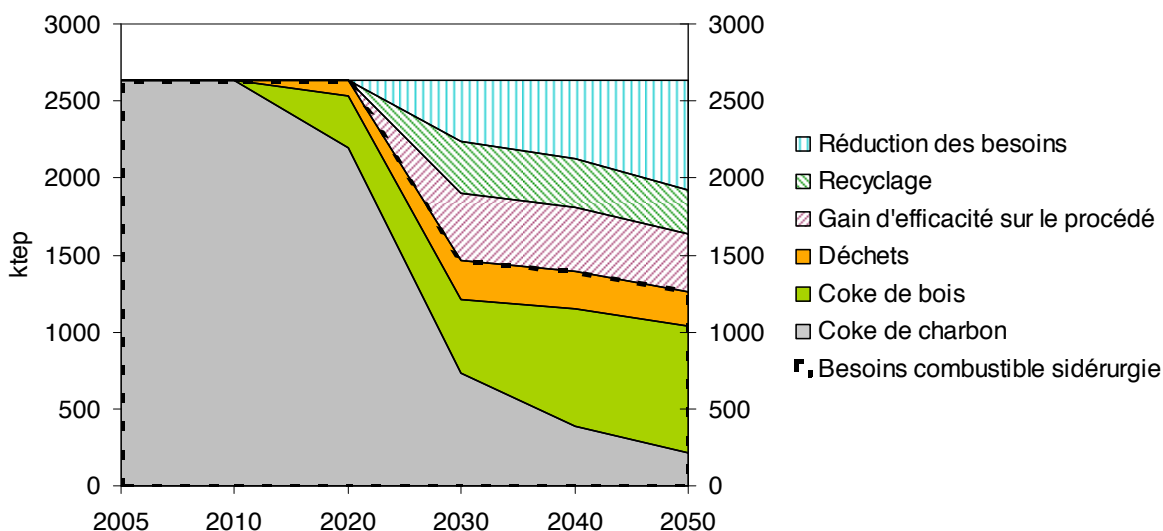
⁵⁷ INSEE

4.4.5. La sidérurgie

La sidérurgie est traitée à part dans le scénario Virage-énergie Nord-Pas de Calais tant son impact - y compris national - est fort sur les bilans. Il existe plusieurs options pour arriver au facteur quatre :

- L'incorporation de combustibles réducteurs autres que le charbon, qu'il s'agisse de l'hydrogène ou du coke de bois. Ce dernier a déjà été mis en œuvre avec succès au Brésil. Son utilisation revient de facto à payer une surprime vis-à-vis du charbon mondial, si celui-ci est par ailleurs frappé d'une taxation carbone. Il faut cependant prendre en compte le bilan carbone, non négligeable, du bois importé ou de l'hydrogène produit avec du gaz naturel ou par électrolyse ; c'est la solution retenue par Virage-énergie
- Le stockage du carbone via un réseau sous la mer du Nord. Un tel réseau existe déjà pour le gaz naturel, dont plusieurs gisements sont en voie d'épuisement. Il n'est donc pas impensable d'utiliser les mêmes réseaux dès 2030 pour ce stockage dans des cavités épuisées. Ici encore, c'est probablement un marché européen qui gèrera, à mettre en regard des coûts de la taxation ou des permis carbone. Cette solution pourrait avoir l'avantage de créer une infrastructure de captage pour les autres usages fossiles ou même de la biomasse. Dans ce dernier cas, il s'agirait alors de bilans nets négatifs ce qui peut devenir indispensable si l'on tien compte des derniers travaux des climatologues du GIEC. Mais attention, le coût risque d'être élevé, et surtout les potentiels de séquestration, leur pérennité et leurs effets secondaires sont très mal connus. Cette solution a été étudiée mais doit être envisagée comme faute de mieux... Pour ces raisons, la première proposition nous paraît être largement préférable.

Figure 26 – Evolution de la sidérurgie – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



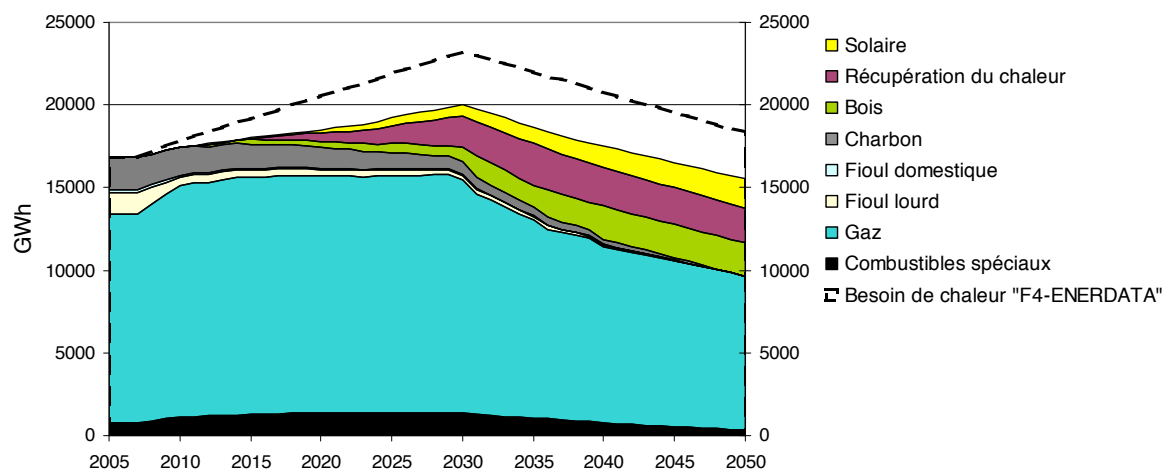
Sur ce dernier graphe est montrée l'évolution de la sidérurgie telle que prise en compte dans le scénario Virage-énergie. Le détail des hypothèses est au paragraphe 7 ainsi qu'en annexe 1. La réduction des émissions de la sidérurgie passe donc par la série de mesures suivantes :

- Réduction des besoins d'acier,
- Augmentation du recyclage de ferraille,
- Amélioration du procédé,
- Substitution de déchets,
- Substitution de coke de bois,

4.4.6. Demande finale de chaleur dans l'industrie : évolution Virage-énergie

La Figure 27 présente les demandes de chaleur de l'industrie dans le scénario Virage-énergie. Il n'inclut pas les usages chimiques comme les engrais ou la sidérurgie. Il a été comparé à l'ensemble des demandes de chaleur dans le scénario de référence « Facteur 4 – Enerdata »..

Figure 27 – Demande finale de chaleur dans l'industrie (hors sidérurgie) – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



A noter que le scénario de référence « Facteur 4 – Enerdata » (Figure 27 en pointillés) ne diminue la demande de chaleur qu'à partir de 2030, essentiellement par des effets de structure de l'industrie. Ceci est également très net dans la demande d'électricité, où l'exigence de maîtrise de l'énergie reste limitée, comme l'illustre la Figure 28

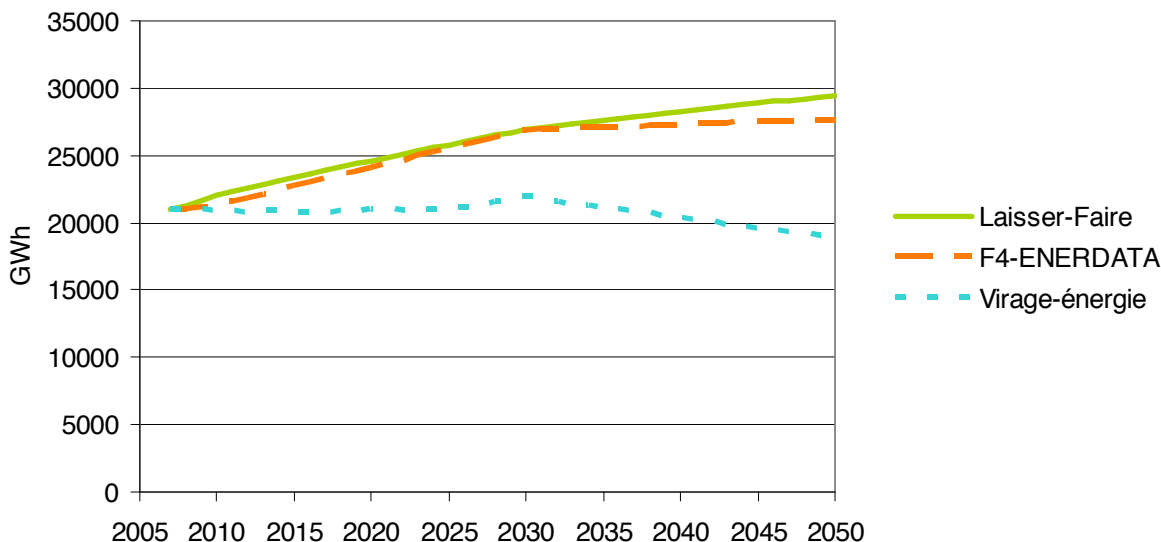
Pour l'industrie, on remarque qu'une partie importante du bilan consiste à échanger de la chaleur entre secteurs par les réseaux de chaleur, dans une optique d'écologie industrielle. Cet échange de chaleur permet aussi d'exploiter un potentiel important d'énergie solaire.

Autres commentaires :

- pour rappel, la demande finale de chaleur augmente jusque 2030 pour ensuite diminuer : après cette date la croissance industrielle (hors industrie lourde) baisse de moitié, ce qui permet aux gains d'efficacité énergétique et aux récupérations d'énergie de devenir prépondérants sur le bilan.
- aujourd'hui, l'industrie est dominée par le gaz aussi bien pour les usages chaudières et procédés que pour le chauffage des locaux ;
- une part non négligeable de chaleur bois sous forme de vapeur est assurée pour les usages de certaines industries (papeteries). L'utilisation du solaire pour la production de vapeur n'a pas été envisagée, elle l'est seulement pour l'eau chaude, même si cela est actuellement pratiqué via des capteurs sous-vide à haute température.

4.4.7. Demande électrique dans l'industrie : évolution

Figure 28 – Demande électrique dans l'industrie – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



Sur ce graphique (Figure 28) on voit que l'application des technologies les plus avancées de motorisation électrique - qui concernent environ 70% des usages dans l'industrie du Nord-Pas de Calais - a permis une stabilisation puis une diminution de la demande. Cette stabilisation est permise par une amélioration forte des composants - le potentiel est de l'ordre de 15% actuellement - tandis que sur le moyen terme ce sont les adaptations d'usage et la régulation systématique (conception adaptée aux usages, variation de vitesse, etc.), et aussi le dimensionnement initial qui amènent des gains importants. La mise en œuvre de ces mesures tient compte des inerties importantes dans l'adoption des équipements par les industries.

Par ailleurs, la demande de l'industrie de l'aluminium diminue grâce à une augmentation importante des taux de recyclage⁵⁸ (50% d'aluminium de seconde fusion)

4.5. Demande et offre électrique

4.5.1. Une politique radicale d'économies qui permet une stabilisation puis une diminution de la consommation électrique

4.5.1.1. L'enjeu d'une politique d'économies dans la consommation électrique

Dans le scénario Virage-énergie, une politique radicale d'économies dans les usages électriques notamment industriels permet une stabilisation puis une diminution de la consommation électrique globale jusqu'en 2050. Cette politique volontariste, en plus des mesures prises dans les autres politiques (adoption des meilleures technologies dans le transport et l'habitat, évolution du type de mobilité et des modes de chauffage...) permet d'éviter une explosion de la consommation électrique comme le prévoient les scénarios de référence nationaux (« laisser-faire » et « Facteur 4-Enerdata »). Le scénario Virage-énergie arrive dans ce contexte à infléchir la tendance à l'horizon 2030, pour passer de 34 000 à 28 600 GWh de consommation électrique d'aujourd'hui à 2050.

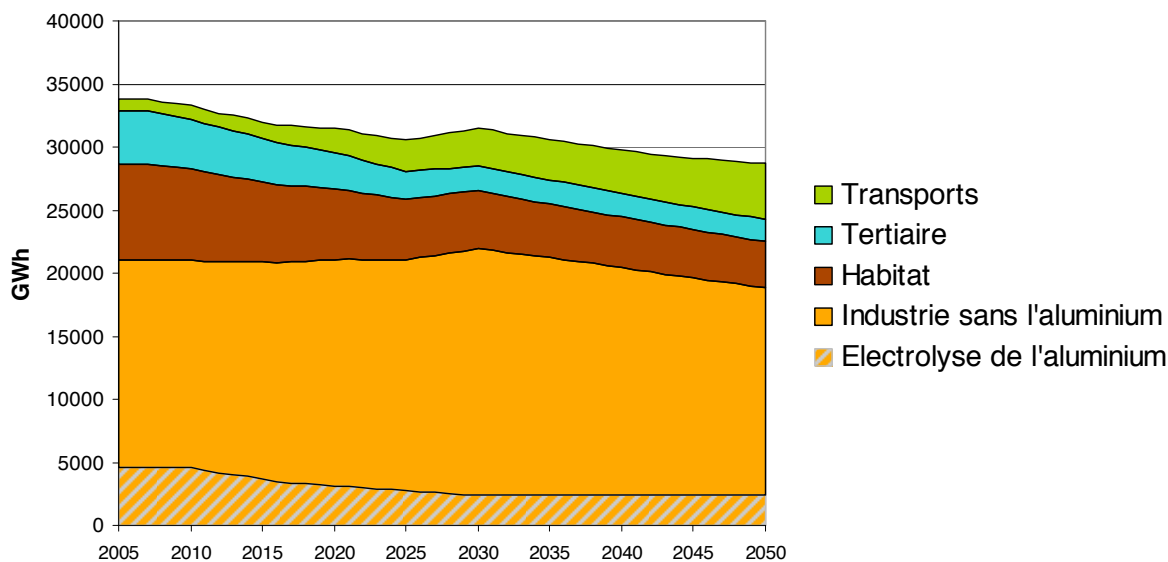
La consommation d'électricité au niveau de l'industrie continue de croître jusqu'en 2030 : ceci s'explique par le fait que les équipements industriels ne se modernisent qu'au fur et à mesure de leur remplacement, et ne permettent pas de compenser les hypothèses de croissance considérée. Sur le très long terme, le gain atteint 40% par une rationalisation des dimensionnements, des variateurs, de l'électronique de puissance et par les

⁵⁸ Le recyclage de l'aluminium nécessite uniquement 5% de l'énergie nécessaire à la production d'aluminium de première fusion. Fourth Assessment Report, Chap 7, Working group III, IPCC, 2007

composants. En revanche, de nombreux usages performants de l'électricité facilitent la récupération des chaleurs à basse température (pompes à chaleur). C'est ce qui explique la relative stagnation de la consommation malgré des efforts importants de maîtrise de l'électricité, tandis que les scénarios de référence, eux, continuent d'augmenter la consommation d'électricité. La consommation industrielle dans Virage-énergie descend à 19 TWh contre 21 TWh aujourd'hui, alors que les scénarios de référence bondissent à 29,5 TWh et 27,6 TWh respectivement pour les scénarios « laisser-faire » et le « Facteur 4 - Enerdata », voir Figure 29.

4.5.1.2. La consommation d'électricité dans Virage-énergie

Figure 29 – Consommation d'électricité par secteur – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



Dans les 60% de la consommation électrique régionale que représente l'industrie, la seule électrolyse de l'aluminium en représente plus du cinquième, comme le montre le graphique (Figure 29). Dans l'industrie, les gains en efficacité énergétique compense juste les nouveaux besoins (+50%) engendrés par la croissance prévue. La consommation de l'industrie est donc en faible diminution malgré les efforts de recyclage dans le secteur de l'aluminium. Une étude complémentaire pourrait être réalisée pour détailler chaque branche représentée dans la région Nord-Pas de Calais

Pour l'habitat et le tertiaire, malgré les augmentations des surfaces, la consommation baisse pour deux raisons : les économies (électricité spécifique mais aussi isolation des bâtiments) seront importantes (-55%), et également dans une moindre mesure en raison d'un report du mode de chauffage (solaire, réseau...). Au final résulte une baisse globale pour ces deux secteurs d'environ 45%.

La hausse estimée ici des besoins électriques dans les transports s'explique à la fois par la croissance envisagée des besoins de mobilité mais aussi par le développement du train et des tramways. Des gains supplémentaires d'économies pourraient se réaliser dans un contexte où notre société déciderait de devenir plus sobre (en optant par exemple pour des déplacements moins énergivores et moins lointains...).

4.5.2. Couverture des besoins électriques : évolution

La couverture des besoins électriques dans le scénario Virage-énergie est présentée dans les graphiques suivants (Figure 30, Figure 31 et Figure 32). Seules des technologies existantes et économiques sont envisagées et mises en œuvre à des rythmes réalistes. Ainsi, par exemple l'exploitation des vagues ou des courants marins n'est pas considérée dans le calcul, alors que ces énergies sont envisageables à terme pour des régions côtières comme la région Nord-Pas de Calais (elles pourraient se substituer en partie à l'éolien offshore).

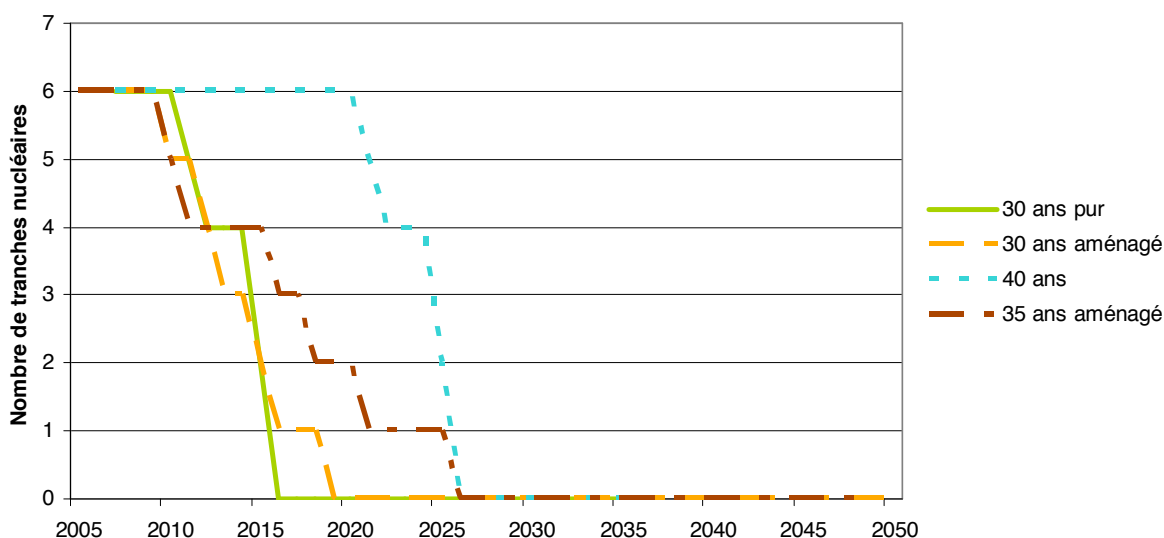
Les potentiels de production sont tout d'abord comparés aux besoins. Outre la diminution des productions avant 2020, il faut noter que les centrales gaz en construction ou en phase de planification (Poweo, SNET...) sont en principe conservées en réserve dans la durée. Cependant, elles sont de moins en moins utilisées au fur et à mesure du scénario.

L'impact des fermetures de centrales nucléaires, des centrales existantes et des nouvelles ressources est posé dans les parties suivantes.

4.5.2.1. Offre d'électricité actuelle : le cadre chronologique

Pour équilibrer l'offre et la demande, une première étape est de considérer les centrales existantes ou en cours de construction, en les comparant à la demande prévue dans le scénario Virage-énergie. Cette chronologie est présentée sur la Figure 30, qui présente la production de la centrale de Gravelines pour les 30 ans de durée de vie prévue, pour 40 ans et pour un scénario plus étalé de 35 ans en moyenne. Ce dernier scénario, retenu par Virage-énergie, semble le plus approprié car le moins brusque (voir paragraphe 4.1.2).

Figure 30 – Rythme possible de fermeture des réacteurs nucléaires de Gravelines



A cette production s'ajoutent celle de la centrale DK6 de Dunkerque fonctionnant aux gaz sidérurgiques et au gaz naturel, ainsi que les tranches au gaz de Poweo et de la SNET annoncées pour les prochaines années.

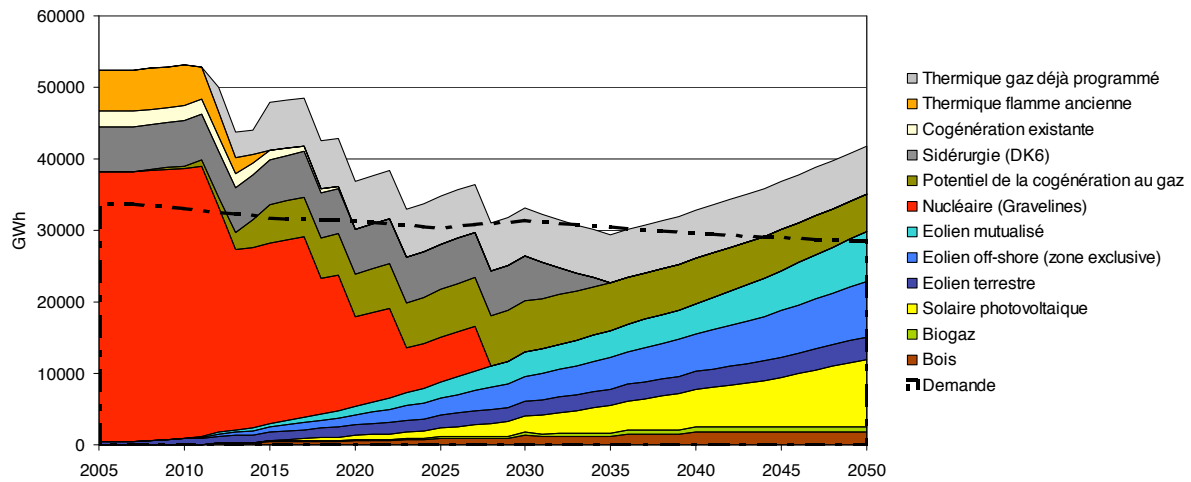
Dans le scénario en projection, la production d'électricité au charbon, qui existe encore à l'état de reliquat dans la région n'est pas envisagée. En effet, aucune centrale ne fait l'objet actuellement de réhabilitation comme c'est le cas au Havre ou à Nantes. Ces centrales sont donc condamnées à être fermées à court terme (2012) par la directive européenne sur les pollutions locales. Seules les grandes centrales situées hors de la région sont en effet actuellement rénovées par EDF et SNET pour les adapter aux nouvelles exigences réglementaires.

Les anciennes centrales sont désignées sous le nom de « thermique à flamme ». Les pouvoirs publics ont suggéré que les centrales à charbon anciennes soient remplacées par des centrales au gaz (cas de Pont-sur-Sambre). Enfin, la production par le charbon est très peu adaptée à un scénario de facteur 4 étant donnés les coûts sociaux et environnementaux importants de ce combustible, et ce d'autant plus dans un contexte technique exigeant sur les émissions. On a considéré que les productions actuelles « charbon » (4800 GWh en 2004) s'éteignent progressivement d'ici à 2012.

4.5.2.2. Le productible électrique

Avant de proposer une évolution de production d'électricité par types d'énergie d'ici 2050, il convient d'étudier le potentiel régional de production par chacune des filières des énergies renouvelables et fossiles, d'ici 2050 (le potentiel des énergies renouvelables est détaillé dans le chapitre dédié). C'est le productible électrique présenté sur la Figure 31). Il tente de formuler des propositions techniques réalistes pour chaque filière.

Figure 31 – Potentiel de production électrique – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



Ces ressources à l'horizon du scénario sont définies par les données suivantes :

- production par la biomasse (via la cogénération) dans la limite des débouchés de la chaleur produite pour l'industrie et les réseaux de chaleur desservant l'habitat et le tertiaire ;
- une puissance éolienne installée à terre et en mer de 6,2 GW en 2050. Ceci représente la mobilisation d'un carré de 30 km de côté sur la base des technologies existantes pour une densité de 6 MW/km². Des éoliennes sont implantées sur sites terrestres mais le potentiel le plus intéressant se situe en mer, sur la côte (« éolien off-shore zone exclusive ») ainsi qu'au large où des champs d'éoliennes sont mutualisés avec le Royaume-Uni et les pays Scandinaves. En réalité, le scénario prévoit une part plus limitée d'éolien off-shore sur nos côtes. La « participation » demande un investissement de la région dans des centrales réparties sur la Mer du Nord, dans le cadre d'un échange mutualisé entre les réseaux électriques, qui assure une plus grande permanence de la production⁵⁹ ;
- une production photovoltaïque représentant à terme une 9500 GWh/an, répartie entre des usages particuliers et décentralisés, des contributions collectives à l'échelle communale, et des surfaces déjà urbanisées (parkings, etc...) ;
- production au biogaz visant à utiliser une ressource « fatale » de la production agricole et de celle des déchets domestiques ;
- cogénération au gaz produite dans des conditions économiques intéressantes dans l'industrie et les réseaux de chaleur, et fournissant au réseau une réserve de fonctionnement, pour un potentiel annuel de l'ordre de 4700 GWh. Sur le long terme, la moitié de la consommation du gaz utilisé dans la région pour les chaudières de l'industrie, de l'habitat-tertiaire et des réseaux de chaleur l'est en cogénération, sur la base des technologies actuelles. Le taux de production électrique peut cependant augmenter fortement si l'on s'appuie sur des techniques en cours de développement, comme la pile à combustible SOFC (Piles à combustible à oxyde solide).
- comme le montre la Figure 31, le productible en gaz a une capacité élevée. Pour le respect du facteur 4 et puisque la région bénéficie d'un potentiel en énergies renouvelables conséquent, le scénario Virage-énergie y a recours de façon la plus limitée possible.
- enfin, le productible nucléaire disparaît en fin de vie des réacteurs de la centrale de Gravelines.

⁵⁹ De telles formes de participation existent déjà dans les faits. Pour des compagnies suisses ou allemandes, il s'agit d'un partage de production au prorata des productions. Pour certaines participations étrangères dans des centrales nucléaires en France, comme Fessenheim ou Cattenom, il s'agit de la livraison de courant basé sur les performances particulières ou globales du parc, c'est-à-dire que le courant prélevé l'est de façon permanente et non seulement lors de la production. Pour une telle mutualisation des moyens, on a considéré que la part d'investissement était supérieure de 20% à une production brute. Une autre façon de considérer l'échange est de considérer que ces 20% peuvent être échangés (« swap ») de façon à ce que la livraison représente une bande continue lors des mois les plus chargés de la demande.

4.5.2.3. Ce qu'impliquerait une production électrique renouvelable en 2050 reposant sur un bouquet énergétique varié

A ces éléments potentiels s'ajoutent les moyens de production existants ou en construction.

Dans l'objectif du facteur 4, les énergies renouvelables se substituent progressivement aux énergies classiques fossiles et nucléaires. Si l'on suit une logique maximale où la substitution au fossile est totale, alors une chronologie de fonctionnement peut être définie comme ci-dessous. Cette chronologie présente la couverture « brute » des besoins électriques par les renouvelables.

Cette proposition d'évolution appelle cependant plusieurs commentaires :

La question du gaz comme source électrique : jusqu'à quel horizon le maintenir ? Les problématiques soulevées

- *Rentabilité des investissements privés, paiement de coûts échoués par le public.* La production classique au gaz (hors gaz sidérurgique de DK6) n'est indispensable que pendant une certaine période (jusque 2045). Ceci pose le problème de l'investissement consenti par les opérateurs de centrales au gaz, entrant sur le marché de l'électricité. Il se pose alors pour les pouvoirs publics à la fois la question des « coût échoués⁶⁰ » et de contreparties éventuelles en cas de fermeture anticipée de ces centrales.
- *Le gaz, une réponse possible à l'intermittence de la production électrique renouvelable.* De plus, il peut être intéressant de conserver les centrales de construction récente en état de fonctionner, pour donner au réseau une capacité de réglage supplémentaire, ou encore de compensation des productions intermittentes, ce qui évite d'avoir à échanger le courant de pointe dans des termes économiques défavorables. Il convient de préciser ici qu'il s'agit du moyen terme : les progrès techniques en terme de gestion de réseau et de stockage d'énergie pourraient à terme faire disparaître cette nécessité de proportion de combustible fossile. Nous avons considéré que l'on faisait appel aux centrales existantes, mais on peut aussi envisager de placer des turbines à gaz spécifiques, fonctionnant en cogénération, aux extrémités des grands réseaux de chaleur, le bilan carbone serait amélioré mais cela nécessite un investissement supplémentaire.
- *Quid de l'avenir de la centrale à gaz sidérurgiques DK 6 ?* On ne connaît pas non plus l'avenir de la production de la centrale DK6 qui valorise les gaz sidérurgiques de Dunkerque. Cela dépend bien sûr des procédés employés et de la pérennité de cette entreprise. Dans l'hypothèse de Virage-énergie, on a considéré que ces gaz ne sont plus récupérables à partir de 2035.

4.5.3. La production électrique du scénario Virage-énergie

Pour toutes ces raisons, et pour ne pas trop donner à l'étude un caractère irréaliste, on a considéré que subsiste en 2050 une production centralisée à base de gaz représentant une forte fraction de la puissance régionale. Ces centrales conservées en réserve produisent 5% de la demande électrique annuelle, même si cette production n'est pas physiquement indispensable comme le montre le Figure 32⁶¹.

Ce ratio de 5% équivalent à 400 heures de consommation régionale, ainsi que la possibilité de production supérieure à la demande régionale confirment que l'approvisionnement en électricité peut être garanti quels que soient les termes de l'échange avec nos voisins, et quels que soient les aléas de la météorologie. Les recherches en cours dans les pays les plus avancés sur l'éolien montrent que ce taux de 5% est conservateur⁶². En considérant la puissance disponible sans construire de centrales gaz supplémentaires (800 MW), et en considérant la conversion au gaz pur de la centrale DK6 (800MW), cela représenterait moins de 1000 heures annuelles de ces centrales à pleine puissance.

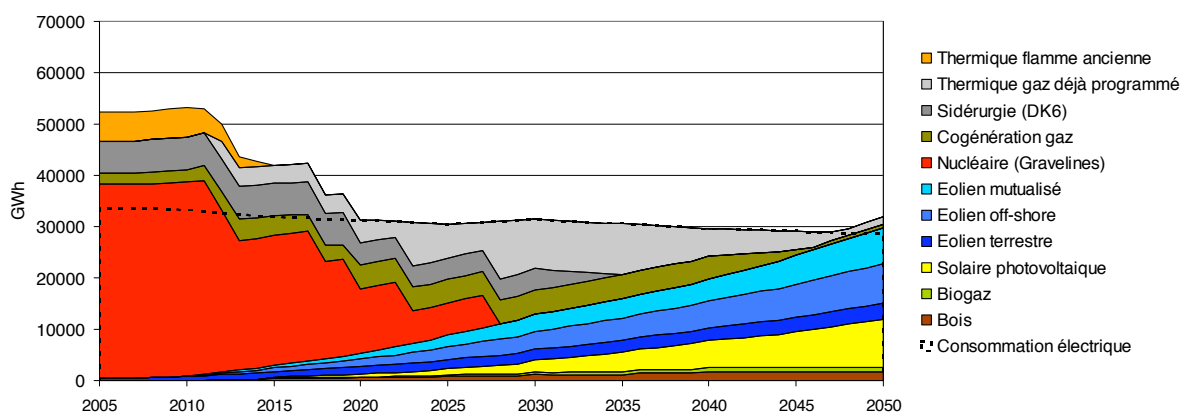
Cette répartition est donnée dans le graphique suivant (Figure 32) :

⁶⁰ Les coûts échoués correspondent aux investissements payés par une entreprise dont le marché diminue avant que son amortissement soit achevé. Il s'agit en général du risque normal encouru par une entreprise privée. Mais dans le cas d'une industrie régulée comme l'électricité, où les investissements sont autorisés voire appelés par les pouvoirs publics, cela pose la responsabilité de ces derniers. Par exemple, une libéralisation rapide (Californie) ou une sortie du nucléaire (Belgique) ont donné lieu à des contreparties, qu'il s'agisse d'une indemnisation directe ou d'un échange entre la destruction d'un actif et l'autorisation d'un autre. A noter que dans le cas du nucléaire français, la durée de vie légale des centrales (soit trente ans) exclut toute indemnisation de l'EDF une fois que les pouvoirs publics notifient leur décision.

⁶¹ Les aspects techniques de l'adéquation entre l'offre et la demande électrique sont traités dans le chapitre Energies renouvelables.

⁶² Par exemple : Morthorst P.E. 2006 « Wind Power, status and perspectives », p.83-98 in *Future Electricity Technologies and Systems*, Cambridge (déjà cite).

Figure 32 – Couverture des besoins électriques – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



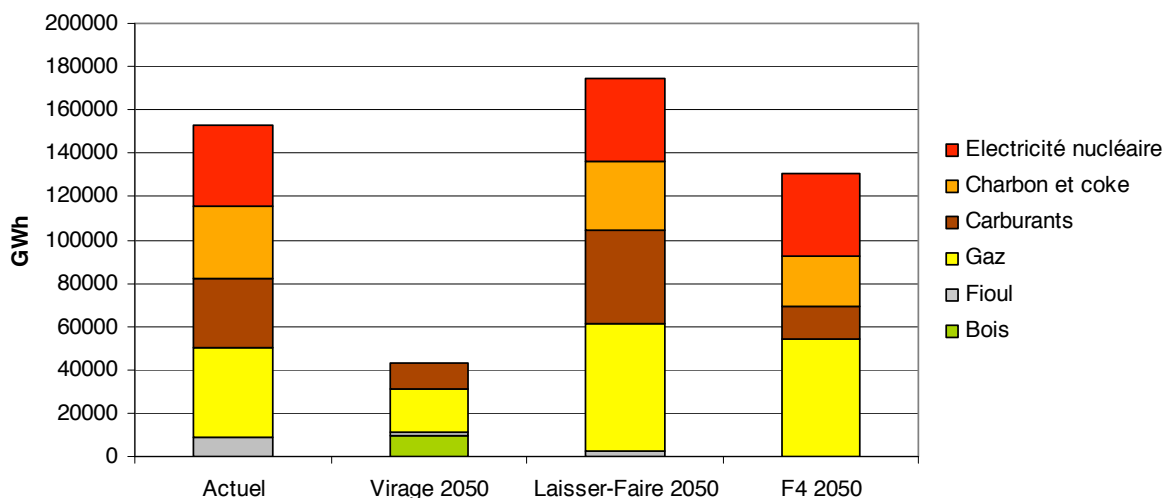
Ce choix a été fait une fois que les besoins des consommateurs et des entreprises de la région ont été satisfaits. D'autres variantes pourraient être mises à l'étude, qui montrent que le choix fait n'est pas « risqué ». Non seulement parce que les options sont raisonnables du point de vue technique, mais aussi parce que plusieurs options alternatives peuvent être lancées : stockage du carbone vers la Mer du Nord pour des centrales au gaz placées en tête des réseaux de chaleur des métropoles de Lille, Dunkerque ou Valenciennes, investissement dans des productions plus réparties en Europe en profitant de la position de la région Nord-Pas de Calais en tant que pôle d'échange des énergies, ou encore des choix plus radicaux en matière de délocalisation des industries les plus consommatrices d'électricité. Cette dernière option a été refusée d'emblée dans le cahier des charges de l'exercice Virage-énergie.

On remarque que la sortie à terme du nucléaire n'est pas un enjeu majeur aux vues des potentiels de maîtrises de l'énergie et des énergies renouvelables mobilisables dans la région.

5. Bilan sur les importations d'énergie

Au final, on voit que la division par quatre des émissions de CO₂ est réalisable en moins de 50 ans. En regardant l'impact des choix que le scénario Virage-énergie fait, on se rend compte que l'on arrive à se passer complètement de l'énergie nucléaire, mais également à réduire fortement notre dépendance énergétique, comme on peut le voir sur la Figure 33.

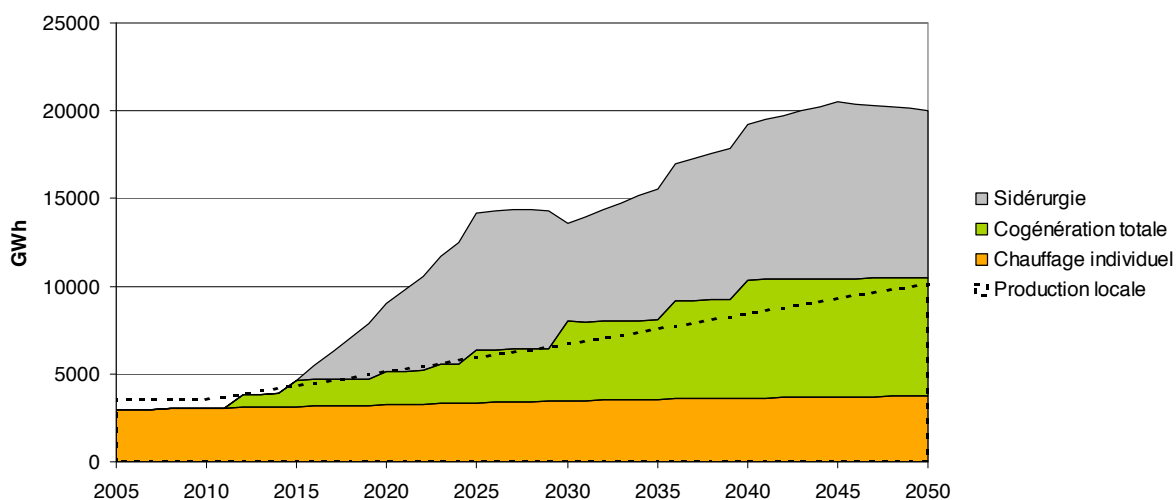
Figure 33 – Bilan d'importation des énergies – Nord-Pas de Calais



Sans surprise le scénario « laisser-faire » poursuit l'augmentation de la dépendance énergétique. Le scénario « Facteur 4- Enerdata » (régionalisé par nos soins) réduit d'environ 15% la part d'énergie importée. On voit qu'un effort important est fait sur les carburants, mais qu'il est en partie compensé par le recours au gaz naturel, certes moins générateur de CO₂, mais également importé et épuisable.

Le scénario Virage-énergie permet une réduction drastique de cette dépendance (-75%). La baisse du carburant ne se fait pas au détriment de la consommation de gaz qui diminue également fortement. Ces réductions fortes sont permises par les programmes d'économies et de récupération d'énergie, mais également par un fort recours aux énergies renouvelables. On remarque une importante augmentation de l'importation de bois pour subvenir aux besoins de la sidérurgie, mais il s'agit de besoins qui pourront être satisfaits par d'autres régions européennes, dont la France

Figure 34 - Production et utilisation du bois comme source d'énergie – Nord-Pas de Calais – Virage-énergie



Il est important de noter que pour ces besoins de chauffage par bois, la région reste indépendante en 2050 (voir la Figure 34), et ce grâce à la mise en place d'un programme de mobilisation des ressources de bois (voir chapitre Energies renouvelables).

6. Annexes

6.1. Annexe 1 – La sidérurgie

Le recyclage dans l'industrie et les ménages est au cœur d'une politique de facteur quatre. Nous développons ici l'exemple de l'acier, essentiel en Nord Pas de Calais. Mais les autres branches industrielles ont également des ajustements similaires à réaliser. Pour les besoins de chiffrage du scénario virage, il a été considéré une série de chantiers pour aboutir à minimiser les émissions de la sidérurgie, qui représente –et de loin- l'industrie la plus émettrice de la Région Nord-Pas de Calais :

- Tenir compte des évolutions des consommations décrites dans le reste du scénario, en particulier la baisse significative de poids des véhicules automobiles, et leur moindre contenu en métal.
- Tenir compte des marges significatives de recyclage supplémentaire des métaux dans les déchets, surtout sur le moyen terme
- Tenir compte de l'utilisation possible des matières plastiques et d'une partie des fibreux (papiers, cartons) dans les hauts-fourneaux, plutôt que leur élimination en incinérateur
- Tenir compte de l'amélioration possible des procédés, avec notamment une utilisation poussée des gaz de haut-fourneau
- L'utilisation de coke de bois pour substituer une part des charbons et coke utilisés actuellement.

Toutes ces opérations visent à conserver à la région ses atouts industriels dans un cadre de diminution sensible des émissions.

6.1.1. Que dit le GIEC⁶³ ?

Pour la première fois en 2007, la gestion des déchets fait l'objet d'un chapitre spécifique du GIEC), coordonné par l'universitaire et consultante Jean Bogner⁶⁴. Selon le rapport, les émissions de CO₂ issues de l'incinération proviennent en grande partie des textiles synthétiques et des matières plastiques. Une possible diminution des émissions provient de la substitution éventuelle de la chaleur ou de l'électricité. Par convention dans le GIEC, les émissions organiques sont comptabilisées dans les secteurs amont comme pour les déchets de l'agriculture. Cependant, des analyses de cycle de vie sont souvent nécessaires pour comparer entre elles des politiques.

Selon ce document, les potentiels de réduction des gaz à effet de serre dans le secteur des déchets ont été sous-estimés, notamment parce qu'il s'agit de politiques locales comme le recyclage, et non pas nationales ou internationales. Le rapport insiste fortement sur les bénéfices obtenus par le recyclage et la prévention de la production des déchets (notamment⁶⁵ p.588).

Le rapport ne se prononce pas sur la technologie de l'incinération⁶⁵. Du point de vue des gaz à effet de serre, il y est même favorable si on se compare aux technologies de décharge non contrôlée et sans récupération du biogaz tels que pratiquées dans les pays en développement. L'incinération étant un moyen relativement peu répandu dans le monde, et très onéreux, le rapport s'intéresse surtout aux autres modes d'élimination et de traitement. On remarque cependant que la majorité des incinérateurs recyclent avant tout la chaleur, ce qui représente une plus forte économie en carbone vu le rendement assez faible des installations produisant de l'électricité (20 à 25%). Par contre la récupération de chaleur est un poste important des bilans carbone, puisque cette chaleur –ou cette vapeur- se substitue en général à des combustibles fossiles. Mais elle est minoritaire dans la Région Nord Pas de Calais.

Du point de vue du projet Virage, on peut prévoir la limitation ou la diminution progressive de l'incinération au fur et à mesure de l'amélioration des valorisations. En tout état de cause, à la lumière de la revue scientifique du GIEC, trois points peuvent être relevés pour guider le choix public sur la question des changements climatiques.

⁶³ Groupe Intergouvernemental d'Etude des Changements Climatiques. Ce réseau d'experts et de scientifiques a été mandaté depuis 1978 par l'ONU pour étudier le changement climatique et produire des synthèses régulières pour informer la négociation internationale de l'état des connaissances.

⁶⁴ « Waste Management », Chapitre 10 du groupe III, rapport 2007 du GIEC sur www.ipcc.org. La dénomination formelle de ce document en anglais est Bogner J., M. Abderafit Ahmed, C. Diaz, A. Faaij, Q.Gao, S. Hashimoto, K. Mareckova, R.Pipatti, T. Zhang, Waste Management, in Climate Change 2007 : Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (B.Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (ds), Cambridge University Press, Cambridge United Kingdom.

⁶⁵ Le choix de l'incinération n'est pas un débat anodin. Les mâchefers et cendres volantes restant après l'incinération représentent un tonnage important de déchets ultimes toxiques, quand bien même les émissions polluantes –dioxines notamment- seraient réduites à leur minimum. Mais ce n'est pas l'objet de la présente note.

- i. Tout d'abord, les politiques publiques ont-elles mis en place des moyens pour la limitation des déchets à la source⁶⁶ ?
- ii. Se sont-elles placées au maximum des possibilités du recyclage, à la fois sur le plan immédiat et dans une logique de progrès continu sur les prochaines décennies ? A-t-on pris en compte l'évolution probable des technologies et des besoins industriels ?
- iii. Une fois ces deux exigences fortes remplies, ont-elles choisi la mise en œuvre de technologies permettant de limiter au maximum les émissions ?

6.1.2. La réduction à la source

Deux angles sont concernés ici : (i) quels matériaux peuvent être collectés et donc valorisés d'une part ; (ii) quels usages des matériaux peuvent être limités.

(i) La réduction des déchets à la source ne peut être décrétée, diront les sceptiques. Elle ne peut non plus être exclue d'emblée, surtout sur une aussi longue période. Ainsi, la consommation d'eau par les ménages en France diminue régulièrement sous l'impact notamment des tarifications, des technologies innovantes et de la conscience accrue des consommateurs. Les services publics s'adaptent et se modernisent face à ces changements des modes de consommation. Ceci est également le cas pour les services publics de distribution d'électricité face à la diminution programmée des quantités consommées par les ménages⁶⁷. Pourquoi exclure une telle évolution dans le domaine des déchets ? Il serait donc risqué, de tabler sur une production constante des ménages durant les trente prochaines années. Le scénario utilise une diminution de 0,5% par an des tonnages individuels de déchets, en conservant une proportion identique entre ces déchets.

Ce chiffre est conservateur, parce que si la diminution était supérieure, alors les émissions de gaz à effet de serre des secteurs concernés seraient encore diminuées en amont (papeteries, cartonneries, plastiques, etc.). Le gain serait encore supérieur à la diminution des émissions par valorisation, décrits plus bas.

(ii) La moindre utilisation des aciers proviendra pour partie de transferts, par exemple vers les matériaux de construction comme le bois ou les poutres en lamellé-collé. Une partie des aciers structuraux sont remplacés par des matériaux encore plus performants, ce qui peut faire gagner encore 25% en poids.

Enfin, un usage très important pour la région, l'automobile, verra sa structure de consommation à la fois très réduite par les exigences de la consommation d'énergie et de réduction de poids, sans doute de plus de la moitié. Ce transfert se fait en faveur d'alliages légers mais surtout des composites ou de thermoformés. Ces derniers sont par ailleurs de plus en plus réalisés en matériaux recyclés ce qui évite de transférer les économies d'émissions vers le secteur pétrolier. Les tôles restantes sont encore plus fines tout en conservant une grande résistance (gain de 25% projetés).

Si nous considérons la production actuelle de véhicules nordistes, soit 820 000 véhicules, ce sont ainsi près de 0,6 Mt d'acier dont l'usage est évité à terme pour une même production automobile, ou encore 10% de la production régionale. Au total, la diminution des consommations –et le nouveau dimensionnement de l'industrie de l'acier régionale- atteint 15% à moyen terme (2030). Cette diminution se poursuit de 1% par an dans la dernière période.

Ce chiffre correspond à une diminution des besoins locaux, et n'est donc pas lié à une éventuelle délocalisation de l'industrie. En particulier, il se produit à production constante de l'industrie automobile ou des exportations de produits finis et semi-finis.

6.1.3. Les recyclages

Ici aussi, la question posée est le devenir des déchets ménagers d'une part (i) et de celui des aciers d'autre part (ii).

(i) Déchets ménagers. Les taux actuels sont déjà de l'ordre de 40%. Du point de vue de l'émission de gaz à effet de serre, la question posée sur le recyclage est l'utilisation que l'on aurait pu faire des matières combustibles dans d'autres filières, ce qui permet de calculer un bilan net. La conséquence principale du choix de l'incinération est que ni les plastiques mélangés ni une grande part des papiers cartons ne sont recyclés. Or ces combustibles pourront de plus en plus être utilisés pour des activités industrielles qui remplacent notamment du charbon ou d'autres combustibles. Ces combustibles sont également essentiels dans le processus d'incinération, et leur recyclage supplémentaire remet en cause l'incinération existante, qui diminue en conséquence. Ceci n'a pas d'incidence sur le scénario tant le bilan de la valorisation chaleur est actuellement limité.

⁶⁶ Ainsi par exemple, l'agglomération lilloise s'est dotée de façon consensuelle (Gauche-Droite-Verts) la priorité à l'évitement de déchets, en second le recyclage, et seulement en dernier ressort l'élimination. La campagne « Acheter malin c'est jeter moins »... s'adresse ainsi au public franco-belge de la Métropole.

⁶⁷ L'Union Européenne et la France se sont dotées d'un objectif de diminution de 20% des consommations d'énergie à l'horizon 2020 lors du sommet de printemps 2007. Selon le RTE-EDF, les scénarios de croissance de la consommation sont désormais revus à la baisse.

Ceci concerne aujourd'hui principalement les cimenteries dans la région. Mais c'est surtout l'industrie sidérurgique, dont l'importance stratégique est très supérieure pour notre région, qui peut être concernée à terme. La collecte séparée des plastiques (polyoléfinés) même souillés peut en effet représenter une alternative intéressante au coke. Avec la fin de l'usage des PVC (ce qui limite les dérivés chlorés), et l'amélioration rapide des systèmes automatiques de tri⁶⁸, les plastiques mélangés sont en effet une source très concentrée d'hydrocarbures que l'on se doit d'envisager pour l'avenir de la sidérurgie. L'enfournage des plastiques est en effet déjà une réalité industrielle massive au Japon⁶⁹. Dans ce pays, ce sont 600 000 tonnes d'équivalent CO₂ qui sont économisées chaque année en utilisant des plastiques prétraités dans des fours à coke et dans des hauts-fourneaux. Ceci est particulièrement intéressant dans un environnement de type Kyoto prolongé où les émissions carbonées sont taxées ou affectées par des systèmes de permis échangeables. L'acier est en effet une des industries les plus mondialisées, dont l'avenir est conditionné par le régime international en vigueur sur les émissions.

Les choix de coopération entre les collectivités et l'industrie –avec l'exemple du réseau de chaleur qui chauffe plus du quart de la Ville de Dunkerque- peuvent avoir une influence bénéfique sur la pérennisation de ces activités dont la marge est limitée. Toutes les ressources financières sont bonnes à prendre, avec dans ce cas à la fois une redevance pour le chauffage, et moins de quotas d'émissions à acheter.

Les résidus fibreux (papiers cartons) peuvent également être valorisés par l'industrie sous forme directe ou cokéfiée. Selon le GIEC, ce sont jusqu'à 12% du total des émissions de gaz à effet de serre qui pourraient être substitués en utilisant judicieusement les déchets dans les industries adaptées. Ceci concerne les plastiques, les pneus, mais aussi les boues de stations d'épuration des eaux que l'on peut également valoriser en cimenterie. Ces industries ont pu monter récemment jusqu'à 78% de déchets dans leurs sources d'énergie en Allemagne. Selon le GIEC il s'agit de loin du procédé le plus efficace en terme d'effet de serre⁷⁰. Du point de vue économique, si la cimenterie fait déjà rentablement appel aux déchets, leur extension à la sidérurgie pourrait se produire rapidement dans le contexte d'énergie chère et de prix croissant des quotas d'émission de CO₂.

Ainsi, si nous considérons une valorisation des matières plastiques et des déchets ligneux (papiers carton) potentiellement recyclables en cimenterie et en sidérurgie, ceci représente une perspective de recyclage additionnel de l'ordre de 20 à 30%, si l'on se réfère par exemple aux répartitions du contenu des ordures actuellement ramassées dans l'agglomération lilloise⁷¹. Un objectif de 70% de recyclage n'est donc absolument pas hors de portée sur les prochaines années.

Si nous considérons que 25% des déchets sont des papiers cartons, 11% des plastiques, et qu'une proportion de 30% est déjà valorisée dans les industries respectives d'origine, alors ces « refus » s'élèvent en tonnage à 24% des déchets ménagers, sans tri supplémentaire autre qu'automatique. Ce chiffre peut être complété par d'autres déchets fortement carbonés, comme des pneus ou des déchets banals de l'industrie. De façon ultime, on considère que ce sont les deux tiers de ce tonnage qui est valorisable.

Nous avons considéré que ces déchets peuvent être traités pour éliminer les traces organiques, par exemple par des procédés biologiques ou des lavages à chaud. De plus, la surveillance en continu des poudres ou des granulés cokéfiés obtenus –y compris pour tenir compte des compositions en silice par exemple- permet d'utiliser sans perte de qualité des produits dans l'industrie. Ceci est considéré à l'horizon de 2030. L'objectif est de substituer 15% à 20% du combustible de la sidérurgie à cet horizon.

Si nous nous basons sur l'année 2006, la consommation de houille de la sidérurgie est de 2157 ktep et de coke pour 411 ktep, soit respectivement 3,5 Mt et 0,616 Mt⁷². Cela signifie que à terme, ce sont les déchets de six à huit millions d'habitants (en France et en Belgique) qui sont mobilisés pour la sidérurgie à partir de 2025, le plus souvent en substitution d'incinérateurs actuels. Une fois triés et lavés, il s'agit de déchets inertes qui sont transportés par péniche pour un bilan inférieur à 5% de leur contenu énergétique.

Une partie de ce recyclage est mise en œuvre rapidement (plastiques injectés) ce qui permet une économie substantielle de gaz à effet de serre. 20% du potentiel total est mis en œuvre en 2015 selon le modèle japonais décrit notamment par le GIEC.

(ii) Recyclage des aciers. Actuellement la part du gisement recyclée en France est légèrement inférieure à celui pratiqué dans le reste de l'Union Européenne (64% contre 74%) selon un rapport du Sénat.

Une augmentation des recyclages de 16% (soit un objectif de 80% de recyclage) représente sur la production française d'acier brut (soit 19 500 en 2005)⁷³ un transfert vers le recyclage de 2,925 Mt. Si on raisonne au prorata des productions régionales, cela représente environ 0,9 MT d'acier récupéré (15% de la production primaire actuelle).

⁶⁸ Voir par exemple « Le recyclage dans tous ses états », dossier de l'Usine Nouvelle (24/03/2007)

⁶⁹ In « Industry 2007 », Chapitre 6, FAR WG III (chapitre industrie du quatrième rapport du GIEC 2007), p.458

⁷⁰ Idem

⁷¹ « Rapport sur le prix et la qualité du service public d'élimination des déchets, bilan 2006 Résidus Urbains », 2006, LMCU

⁷² Une tonne physique de houille représente 0,619 tep en pci (0,667 pour le coke de houille)

⁷³ SESSI 2007, MINEFI

Du point de vue énergétique, la filière du recyclage représente un gain substantiel en termes d'énergie : les meilleures aciéries électriques consomment moins de 0,1 tep/tonne d'énergie finale, y compris une préparation poussée des ferrailles. A noter qu'il s'agit d'aciéries électriques, mais que le bilan peut être amélioré par des préchauffages en récupération de chaleur par exemple. Pour être conservateur en termes d'émissions, on considère que ces productions substituées sont sur le territoire de la région et augmentent d'autant la consommation électrique.

A ces changements s'ajoute un gain de processus, tel que décrit par exemple par le GIEC⁷⁴ qui décrit huit pistes d'amélioration techniques. Cependant ces pistes correspondent à une baisse des co-produits ce qui limite la récupération possible. Dans Virage nous avons considéré un gain technique total de 30%, conforme aux estimations du GIEC (chapitre industrie FAR WGIII, déjà cité). Cependant, les gaz actuellement récupérés dans la centrale DK6 sont réintégrés dans le processus et ne participent plus à la production électrique de cette centrale au gaz. A noter que les projets ULCOS prévoient une économie dépassant 50% sur le long terme.

Dans le bilan final, on inclut par surcroît l'utilisation de coke de bois importé (affectés d'une consommation et d'une émission de pétrole pour leur mise en œuvre et leur transport). Le bilan complet est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 7

| Année | Actuel | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 |
|------------------------------------------------------|--------|------|------|------|------|
| Scénario de laisser faire (ktep) | 2629 | 2629 | 2629 | 2629 | 2629 |
| Gains d'usage acier dans Virage-énergie (ktep) | 2629 | 2629 | 2235 | 2126 | 1925 |
| Récupération élevée des ferrailles (ktep) | 2629 | 2629 | 1899 | 1807 | 1636 |
| Procédés avancés (ktep) | 2629 | 2629 | 1461 | 1390 | 1259 |
| Substitutions OM et DIB (ktep) | 2629 | 2529 | 1213 | 1154 | 1034 |
| Bilan net du coke de bois (kTep) | 2629 | 2195 | 732 | 391 | 214 |
| | | | | | |
| Suppléments aciéries recyclage (GWh) | 0 | 0 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Emissions liées au coke de bois (ktCO ₂) | 0 | 57 | 83 | 131 | 141 |

E&E pour Virage- énergie Nord Pas de Calais 2007

⁷⁴ IPCC FAR 2007, Chapitre 7 p262 Fig. 7.1. et ultérieurs.

6.2. Annexe 2 – Résumé des hypothèses

Pour plus de détails sur les hypothèses des scénarios « Laisser-Faire » et « F4-ENERDATA », se reporter au document : « Etude pour une prospective énergétique concernant la France », ENERDATA, 2005

| Hypothèses | Référence | F4 "ENERDATA" | Virage-énergie | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------------|------|---|------|---------|------|------|------|-------------------|------|------|------|--|
| Macro-économie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PIB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| croissance | | 2,3%/an | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Industrie | | 2%/an jusqu'à 2030, puis 1%/an | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agriculture | | 1,2%/an | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BTP | | 1%/an | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tertiaire | | 2,5%/an jusqu'en 2030 puis 3,75%/an | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Démographie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2010</th> <th>2020</th> <th>2030</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Population</td> <td>4,02</td> <td>4</td> <td>3,99</td> </tr> <tr> <td>Ménages</td> <td>1,61</td> <td>1,69</td> <td>1,73</td> </tr> <tr> <td>Population active</td> <td>1,74</td> <td>1,74</td> <td>1,69</td> </tr> </tbody> </table> | | 2010 | 2020 | 2030 | Population | 4,02 | 4 | 3,99 | Ménages | 1,61 | 1,69 | 1,73 | Population active | 1,74 | 1,74 | 1,69 | |
| | 2010 | 2020 | 2030 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Population | 4,02 | 4 | 3,99 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ménages | 1,61 | 1,69 | 1,73 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Population active | 1,74 | 1,74 | 1,69 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Puis considéré constant jusqu'en 2050 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Energie électrique | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eolien | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Terrestre | | | 1GW installé (2100 GWh/an) en 2030 1,5GW intallés (3150 GWh/an) en 2050 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Offshore côtier | | | 1GW installé (3500 GWh/an) en 2030 2,2GW intallés (7700 GWh/an) en 2050 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Offshore en participation | | | 1,2GW installé (3360 GWh/an) en 2030 2,5GW intallés (7000 GWh/an) en 2050 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cogénération gaz | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cogénération gaz | | | potentiel 5200 GWh en 2030 potentiel 5200 GWh en 2050 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Photovoltaïque | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| panneaux photovoltaïques | | | 19 km ² installés (2300 GWh/an) en 2030 79 km ² intallés (9500 GWh/an) en 2050 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Hypothèses | Référence | F4 "ENERDATA" | Virage-énergie |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Industries | | | |
| Electricité | | | |
| moteurs | | -6%p 2050 | -15% en 2024 -40% en 2050 Gains liés à l'amélioration des moteurs (régulation de vitesse) et de la régulation des procédés |
| Chaleur | | | |
| Chauffage locaux | | | -30%p jusqu'en 2025 |
| chaleur procédé et four | | | -20%p jusqu'en 2037 |
| récupération de chaleur pour alimenter les réseaux | | | 10% directement pour 2035 8% avec PAC pour 2035 |
| récupération de chaleur inter-entreprise (non comptabilisé dans les réseaux) | | | 15% pour 2035 |
| Solaire thermique pour l'industrie | - | - | 5Mm ² en 2050, soit 1800GWh/an, env 10% de l'énergie thermique industrielle (hors sidérurgie) |
| Sidérurgie (haut-fourneau) | | | |
| Evolution de la production | +0% | +0% | -40% dont 15% transféré sur l'aciérie électrique (recyclage) |
| gain procédé | | 30% en 2050 | 30% en 2035 |
| option coke bois | | | tx substitution : 50% en 2030 et 80% en 2050 |
| Aluminium | | | |
| Evolution de la production | +0% | +0% | production globale constante (+0%) mais la part d'aluminium recyclé passe de 0% à 50% en 2030 |

| Hypothèses | Référence | F4 "ENERDATA" | Virage-énergie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|----|----|----|----|-----------------------------|------|----|----|----|-------------------|---|----|----|----------------------|----------------|--|--|--|----|----|----|--|--|---------|----|----|----|
| Habitat et Tertiaire | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Habitat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Démolition | 0,5%/an | 1,5%/an | 0,5% du nombre actuel de logements par an | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Neuf | | | 1,7% du nombre actuel de logements par an jusqu'en 2020 1,2% jusqu'en 2030 1,1% après | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rénovation légère | 1,5%/an | 3%/an | 3% du nombre actuel de logements par an | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rénovation lourde | | | 1,2% du nombre actuel de logements par an jusqu'en 2020 0,8% jusqu'en 2030 1,7% après | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Performance thermique des habitations | RT2000 et RT2005 appliquée avec apprentissage en 5ans traduction en coef isolation : | ravalement thermique : -30% sur conso logement neuf très basse conso (20kWh/m ²) % dans construction neuve : 33% en 2010 66% en 2020 100% en 2030 | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Consommation spécifique (kwh/m²)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>2007</th> <th>2012</th> <th>2026</th> <th>2030</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>neuf</td> <td>50</td> <td>50</td> <td>30</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">léger</td> <td colspan="4">2007</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">rénovation lourc HPE</td> <td colspan="4">2007 2012 2030</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>50</td> <td>30</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>HPE PAC</td> <td>80</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table> | Consommation spécifique (kwh/m ²) | | | | | | 2007 | 2012 | 2026 | 2030 | neuf | 50 | 50 | 30 | 20 | léger | 2007 | | | | 100 | | | | rénovation lourc HPE | 2007 2012 2030 | | | | 80 | 50 | 30 | | | HPE PAC | 80 | 30 | 30 |
| Consommation spécifique (kwh/m ²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2007 | 2012 | 2026 | 2030 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| neuf | 50 | 50 | 30 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| léger | 2007 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| rénovation lourc HPE | 2007 2012 2030 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 80 | 50 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | HPE PAC | 80 | 30 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taux de raccordement au réseau (habitat) | | 20% en 2050 | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2010</th> <th>2020</th> <th>2030</th> <th>2040</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>neuf</td> <td>10</td> <td>30</td> <td>50</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>énoovation légère (apparts)</td> <td>5</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>énoovation légère (Maisons)</td> <td>5</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>rénovation lourde</td> <td>5</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> | | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 | neuf | 10 | 30 | 50 | 60 | énoovation légère (apparts) | 5 | 30 | 40 | 50 | énoovation légère (Maisons) | 5 | 15 | 20 | 30 | rénovation lourde | 5 | 20 | 30 | 50 | | | | | | | | | | | | | |
| | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| neuf | 10 | 30 | 50 | 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| énoovation légère (apparts) | 5 | 30 | 40 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| énoovation légère (Maisons) | 5 | 15 | 20 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| rénovation lourde | 5 | 20 | 30 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Evolution consommation d'eau chaude | | | -0,5%/an | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pose de chauffes eau solaire (habitat) | | toutes les maisons individuels neuves sont équipés dès 2007 25% dans maisons anciennes équipées tous les 10 ans Chauffe eau solaire produit 70% des besoins, reste en électricité La moitié des immeubles neufs équipés après 2010 fournit 50% des besoins | 45000 m ² /an à partir de 2012 en 2050 1,7 Mm ² couvre 50% du besoin hors réseau | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Electricité spécifique | | | Négawatt | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Hypothèses | Référence | F4 "ENERDATA" | Virage-énergie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------|-----------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|------|------|--------|------|------|------|------|----|----|----|--------------------|-----|----|----|--------------------|----|----|----|--------------------|----|----|----|
| Tertiaire | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Démolition | 0,5%/an | 1,5%/an | 0,5% de la surface actuelle | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Neuf | | | 1,5% de la surface actuelle | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rénovation légère | 1,5%/an | 3%/an | 3% de la surface actuelle | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rénovation lourde | | | 1,5% de la surface actuelle | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Performance thermique du tertiaire | | idem habitat | <table border="1"> <thead> <tr> <th>tertiaire</th> <th>2007</th> <th>2012</th> <th>2020</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>kWh/m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Neuf</td> <td>90</td> <td>50</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Réhabilitation lég</td> <td>100</td> <td>80</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>Réhabilitation lou</td> <td>70</td> <td>60</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>réhabilité ou neuf</td> <td>45</td> <td>45</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table> | tertiaire | 2007 | 2012 | 2020 | kWh/m² | | | | Neuf | 90 | 50 | 30 | Réhabilitation lég | 100 | 80 | 70 | Réhabilitation lou | 70 | 60 | 50 | réhabilité ou neuf | 45 | 45 | 45 |
| tertiaire | 2007 | 2012 | 2020 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| kWh/m² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Neuf | 90 | 50 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Réhabilitation lég | 100 | 80 | 70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Réhabilitation lou | 70 | 60 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| réhabilité ou neuf | 45 | 45 | 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taux de raccordement au réseau (tertiaire) | | 20% en 2050 | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2007</th> <th>2008</th> <th>2009</th> <th>2010</th> <th>2020</th> <th>2030</th> <th>2032</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Neuf</td> <td>0</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>60</td> <td>80</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Ancien rénové</td> <td>0</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>50</td> <td>70</td> <td>80</td> </tr> </tbody> </table> | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2020 | 2030 | 2032 | Neuf | 0 | 10 | 20 | 30 | 60 | 80 | 90 | Ancien rénové | 0 | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 80 |
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2020 | 2030 | 2032 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Neuf | 0 | 10 | 20 | 30 | 60 | 80 | 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ancien rénové | 0 | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ECS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pose de chauffes eau solaire (tertiaire) | | | soit 1,5 Mm² en 2050 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Electricité spécifique | | | gain (économie, efficacité) de 60% en 2025, 70% en 2050 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solaire avec stockage pour réseaux de chaleur | | | 10 quartiers en 2020 (0,07 Mm²) 120 quartiers en 2030 (0,84 Mm²) 305 quartiers en 2040 (2,135 Mm²) 800 quartiers en 2050 (5,635 Mm²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Hypothèses | Référence | F4 "ENERDATA" | Virage-énergie |
|------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Transport | | | |
| Passagers | | | |
| Voiture | | | |
| Evolution du transport jusu'à 2050 | | +16% en 2050 | Zone centrale : -50% Reste métropole : -40% Autres métropoles : -37% Rural : -15% |
| | 140gCO ₂ /km dès 2008 +5% voiture clim | 140gCO ₂ /km dès 2008 30gCO ₂ /km en 2050 grâce à gaz naturel, hybridation, pile à comustible, électrique plug-in, biocarburant | 7,2 l/100km moyenne actuelle (200gCO ₂ /km) 4,2 l/100km arrive sur le marché en 2008 (120gCO ₂ /km) 3,3 l/100km arrive sur le marché en 2014 (85gCO ₂ /km) 2,3 l/100km arrive sur le marché en 2027 (60gCO ₂ /km) |
| Bus, navettes | | | |
| Evolution du transport | | +36% en 2050 | +300% en 2050 |
| gain consommation | | | 20% en 2025 30% en 2040 |
| Tx substitution électricité | | | 20% en 2035 50% en 2050 |
| Train | | | |
| Evolution du transport | | +400% en 2050 | +385% en 2050 |
| gain consommation | | | 15% en 2025 30% en 2045 |

| Hypothèses | Référence | F4 "ENERDATA" | Virage-énergie | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|---------|-----|-----|-----------|-----|-----|
| Marchandises | | | | | | | | | | | | |
| Véhicules utilitaires légers (VUL) | | | | | | | | | | | | |
| Evolution du transport jusqu'à 2050 | | +16% | +16% | | | | | | | | | |
| Consommation moyenne | | | calé sur les véhicule particuliers, avec une majoration de 15% | | | | | | | | | |
| Tx substitution électricité | | | 15% en 2030 25% en 2040 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Camions | | | | | | | | | | | | |
| Evolution du transport jusqu'à 2050 | | +0% (mais passe par un pic à +15% en 2030) | -20% (report sur fluvial) | | | | | | | | | |
| gain consommation | | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>gains</th> <th>2025</th> <th>2040</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Camions</td> <td>15%</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>Tracteurs</td> <td>10%</td> <td>20%</td> </tr> </tbody> </table> | gains | 2025 | 2040 | Camions | 15% | 30% | Tracteurs | 10% | 20% |
| gains | 2025 | 2040 | | | | | | | | | | |
| Camions | 15% | 30% | | | | | | | | | | |
| Tracteurs | 10% | 20% | | | | | | | | | | |
| Tx substitution électricité | | | 15% en 2024 25% en 2030 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Train | | | | | | | | | | | | |
| Evolution du transport jusqu'à 2050 | | +400% | +400% | | | | | | | | | |
| gain consommation | | | 20% en 2030 30% en 2045 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Fluvial | | | | | | | | | | | | |
| Evolution du transport jusqu'à 2050 | | +216% | +800% | | | | | | | | | |
| gain consommation | | | 30% en 2040 | | | | | | | | | |

6.3. Annexe 3 – Quelques rappels sur les unités

| Combustible | Valeur énergétique | Équivalence en tep | Equivalent en MWh |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 1 tonne de pétrole | 42 GJ | 1 tep | 11,67 MWh |
| 1 tonne de charbon | 29.3 GJ | 0.69 tep | |
| 1000 m3 de gaz 3 | 6 GJ | 0.86 tep | |
| 1 tonne d'Uranium naturel (réacteur à eau sans recyclage) | 420 000 GJ | 10 000 tep | |
| 1 tonne de combustible D-T (tritium produit à partir du lithium) | 378 000 000 GJ | 9 000 000 tep | |

source : www-fusion-magnetique.cea.fr

Le système international utilise des **préfixes** qui s'appliquent également à toutes les unités pour les multiplier.

| 10^N | Préfixe | Symbole | Nombre |
|-----------|---------|---------|----------|
| 10^{12} | téra | T | Billion |
| 10^9 | giga | G | Milliard |
| 10^6 | méga | M | Million |
| 10^3 | kilo | k | Mille |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Introduction : un scénario réaliste basé sur les atouts du Nord-Pas de Calais | 2 |
| 1. Horizon 2050 : le portrait énergétique de la région engagée dans le Plan « Virage-énergie » . | 3 |
| 2. Pourquoi c'est possible et comment agir : les potentiels à mobiliser et les politiques à lancer | 3 |
| Les économies d'énergie : déploiement des Agences locales de l'énergie (ALE)..... | 5 |
| L'énergie éolienne | 7 |
| L'énergie solaire thermique..... | 12 |
| L'électricité solaire photovoltaïque | 15 |
| Le biogaz | 18 |
| Le bois énergie | 22 |
| Les agrocarburants | 27 |
| Autres filières..... | 32 |
| Estimation du nombre d'emplois créés par les énergies renouvelables | 33 |
| Synthèse cartographique | 34 |
| Vers un système électrique décentralisé, diversifié, propre et sûr | 35 |
| ANNEXES | 43 |
| Annexe 1 - Les énergies futures : les pistes de recherche | 43 |
| Annexe 2 - Politiques climat existantes..... | 45 |
| Annexe 3 - Production actuelle d'électricité en région | 48 |
| Annexe 4 - Le prix d'achat de l'énergie produite | 48 |
| Annexe 5 - Glossaire | 50 |
| Annexe 6 - Les freins actuels au photovoltaïque | 53 |
| Annexe 7 – Le micro-éolien | 54 |
| Annexe 8 - Les techniques de stockage de l'électricité et de la chaleur | 55 |

Introduction : un scénario réaliste basé sur les atouts de la région Nord-Pas de Calais

Le scénario Virage-énergie se base sur les économies d'énergie, l'efficacité énergétique et un vaste développement des énergies renouvelables.

Comme le chiffrage établi dans le chapitre « Cadrage et résultats globaux » le montre, la région dispose du potentiel pour concrétiser le facteur 4 sans recours au remplacement des réacteurs nucléaires de Gravelines. Cette évolution du profil énergétique de la région ne peut se faire, comme tout système énergétique par ailleurs, que par le biais de politiques publiques d'envergure. Pour le déploiement des énergies renouvelables, le scénario Virage-énergie prévoit des « mesures phares », auxquelles viennent s'ajouter toute une série d'actions publiques et privées à mettre également en œuvre.

Le plan Virage-énergie met l'accent sur les énergies les plus adaptées à la région : l'éolien, le solaire thermique, le solaire photovoltaïque, le biogaz et le bois-énergie. La lecture des analyses présentées ici montre bien le caractère réaliste du scénario Virage-énergie. Chaque filière se déploie en fonction des spécificités et atouts propres à la région Nord-Pas de Calais :

- l'éolien est en grande partie déployé en mer,
- le solaire thermique et le photovoltaïque profitent du caractère urbain de notre région. Les surfaces des capteurs représentent l'équivalent d'un carré de 3,7 km de côté pour les capteurs thermiques (1380 Ha) et d'un carré de 8,9 km de côté pour les capteurs photovoltaïques (7917 ha). Ces 93 km² de surfaces de capteurs prévus à l'horizon ultime du scénario Virage-énergie en 2050 n'auront aucune difficulté à trouver des orientations propices à la captation du soleil sur les 1149 km² de surfaces régionales artificialisées¹. Le plan Virage-énergie envisage leur développement tout en préservant les surfaces naturelles ;
- la biomasse valorisée sous forme d'énergie concerne le biogaz et le bois-énergie. Ceci permet de ne pas intégrer dans les calculs le développement des agrocarburants, dont l'efficacité réelle est aujourd'hui remise en cause, sans évoquer leur impact sur l'environnement. De façon marginale mais davantage dans une optique d'autonomie agricole, seules les huiles brutes végétales sont prises en compte.

Les éléments de coûts n'ont pas été l'objet du présent travail de prospective. Ceci pourra faire l'objet d'études et de recherches ultérieures. Il est à noter tout de même une tendance générale, observée en Europe, à une réduction des coûts de production d'énergies renouvelables tandis que l'inverse se produit sur les énergies fossiles.

¹ Institut français de l'environnement (Ifen), 2003, base de données EIDER. Les 1149 km² couvrent les surfaces artificialisées bâties et les surfaces correspondant aux routes et parcs de stationnement.

1. Horizon 2050 : le portrait énergétique de la région engagée dans le Plan « Virage-énergie »

L'évolution d'ici 2050 des besoins en chaleur et en carburants, des besoins électriques et des combustibles utilisés pour l'industrie sidérurgique est présentée dans le chapitre « Cadrage et résultats globaux ».

2. Pourquoi c'est possible et comment agir : les potentiels à mobiliser et les politiques à lancer

Préambule : une réduction des besoins avant toute chose, les énergies renouvelables ensuite

Comme le montrent les résultats présentés dans le chapitre « Cadrage et résultats globaux », la région engagée dans le Plan Virage-énergie en 2050 par rapport à la situation actuelle, diminue fortement le recours aux énergies non renouvelables. La région importera quatre fois moins d'énergie en 2050. On importera, en moins, 55% de gaz et 77% de carburants et plus du tout d'uranium.

Ce scénario Virage-énergie n'a rien d'irréaliste. Les résultats se rapprochent de ceux déjà formulés dans des études établies par des équipes scientifiques en Europe : le *Wuppertal Institute* en Allemagne², l'Université de Cambridge³ au Royaume-Uni, ou encore plus récemment Greenpeace International⁴.

Toutes ces études mettent l'accent sur un point essentiel : les énergies renouvelables ne peuvent pas résoudre le caractère non durable de nos économies si elles ne sont pas mises au service d'une économie sobre.

Ce point n'était pas au départ évident en France, un pays où existe encore une tentation de résoudre la crise climatique en misant avant tout sur la production (c'est-à-dire en développant en premier lieu les centrales thermiques fossiles et nucléaires) et non sur la demande (c'est-à-dire en déployant un vaste programme d'économies d'énergie et d'efficacité énergétique). Cette idéologie conservatrice est d'ailleurs illustrée par certains des derniers ouvrages du Ministère de l'Économie des Finances et de l'Industrie⁵. Les orientations prises en octobre 2007 lors du Grenelle de l'environnement pour réduire la facture énergétique des bâtiments traduit peut-être une évolution des mentalités à ce sujet...

L'identification des potentiels régionaux qui suit est destinée à montrer la limite physique du modèle économique à créer :

- oui, les énergies renouvelables peuvent contribuer pour une grande part au passage vers une économie sobre, pour atteindre par exemple l'objectif du facteur 4 sans nucléaire en 2050 ;
- Non, elles ne permettent pas de croître le Produit Intérieur Brut (PIB) indéfiniment⁶. **Aucune énergie ne le peut.** Comme le montrent les graphiques qui suivent, les ressources planétaires fossiles et fissiles seront toutes épuisées, au rythme de

² Hennicke, Thomas, Irrek, 2004, "Towards Sustainable Energy Systems", Wuppertal Institut et GTZ (Ministère allemand de la Coopération) présenté en introduction à la Conférence Internationale sur les Energies Renouvelables de Bonn en 2004, sur www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/sustainable-energy-systems.pdf

³ Elders, Ault, Galloway, McDonald, Köhler, Leach, Lampaditou « *Electricity network scenarios for the United Kingdom in 2050* »

⁴ Résumé en français sur www.greenpeace.org/france/campaigns/energie-et-climat - - accès avril 2007

⁵ Scénarios de la DGEMP www.industrie.gouv.fr/energie/prospect/pdf/scenario-2004.pdf - - accès avril 2007

⁶ L'indicateur du PIB est cité ici car ce dernier reste encore dans nos économies occidentales le seul indicateur censé traduire la vitalité d'une économie et même le bien-être d'une population. Le recours à ce seul indicateur avait déjà suscité de vives critiques dès le début des années 1970, notamment avec le rapport *Halte à la croissance* du Club de Rome paru en 1972. Depuis, certains économistes ont approfondi les études critiques sur cet indicateur et ont proposé des voies alternatives. On peut citer par exemple Nicholas Georgescu-Roegen avec son ouvrage *La Décroissance* (1995, Sang de la Terre) ou Jean Gadrey et Florence Jany-Catrice qui ont proposé dans leur ouvrage *Les nouveaux indicateurs de richesse* (2005, La Découverte) de nouveaux indicateurs de bien-être économique, suivant l'exemple de l'Indice de Développement Humain (IDH) établi déjà en 1990 par le Programme des Nations-Unies pour le Développement (PNUD).

consommation actuelle, à moyenne échéance.

Les politiques de sobriété (modérer la consommation) et d'efficacité énergétique sont présentées dans les volets thématiques du chapitre « Cadrage et résultats globaux », et les différents chapitres thématiques (Bâtiments, Ville et mobilité, Transports, Culture et énergie).

Ceci étant pris en compte, ce chapitre vise ici à présenter les politiques et actions à lancer pour développer les énergies renouvelables et concrétiser le virage énergétique à engager en région.

2.2. Le Nord-Pas de Calais, une région largement ensoleillée : les chiffres

Le Soleil chauffe la Terre. Des masses d'air, alors, se déplacent et créent ce qu'on appelle le vent. Grâce à la photosynthèse, le Soleil fait pousser les végétaux qu'on utilise comme combustible (bois, biogaz...). Piégés par des capteurs, les rayons solaires produisent de l'électricité ou alors de la chaleur... Vent, biomasse, électricité photovoltaïque, chaleur solaire : ces énergies renouvelables ont donc une seule origine, le Soleil. Son potentiel en énergie est considérable.

Malgré sa position septentrionale, la région reçoit du soleil, en un an : l'équivalent de 400 fois l'électricité produite par la centrale de Gravelines⁷ durant la même période.

A Lille, on reçoit 3 kWh/m²/jour, soit 1095 kWh/m²/an⁸. C'est un peu plus de la moitié de ce qui arrive sur la Côte d'Azur. L'énergie solaire arrivant sur les surfaces artificialisées du Nord-Pas de Calais (c'est-à-dire ni cultivées, ni naturelles) est égale à 7 fois toute l'énergie que l'on y consomme actuellement.

Tandis que les ressources fossiles et fissiles seront toutes épuisées, au rythme de consommation actuel, à moyenne échéance (environ 140 ans) ... le soleil durera encore 4,5 milliards d'années⁹.

Pour plus détails, se reporter aussi au chapitre « Notre culture de l'énergie ».

Figure 1 : Ressources des énergies fossiles et flux solaire annuel (en 10²¹ J)

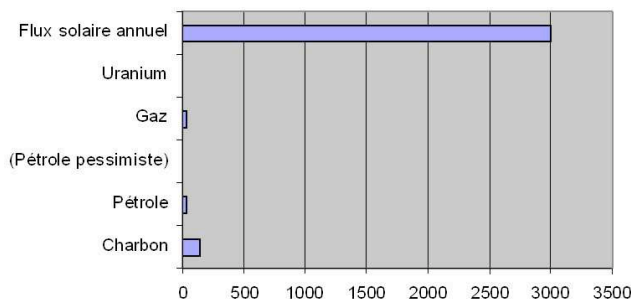
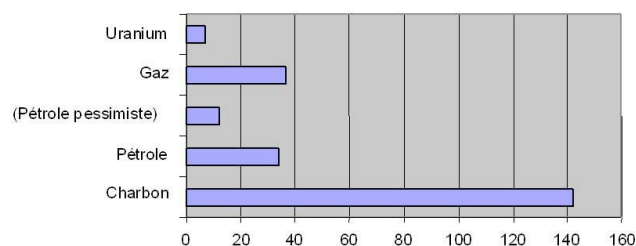


Figure 2 : Ressources ultimes des énergies fossiles et fissiles (en 10²¹ J)



⁷ Chaque jour, en moyenne sur l'année, le sol reçoit dans la région environ 3.2 kWh par mètre carré. La surface de la région étant de 12 400 km², l'ensoleillement apporte donc à la région environ 15 000 TWh chaque année en tenant compte de son inclinaison moyenne (Lille 50,39°, Arras 50,18°).

⁸ Lille bénéficie aussi annuellement de 1600 heures d'ensoleillement (source : Météo France, 2007).

⁹ Sources : CEA, IFP, Encyclopedia Universalis.

2.3. Ce qui est possible en région et ce qu'il faut lancer : les fiches – actions « ENR » de Virage-énergie

Remarque : Les potentiels énergétiques régionaux ici présentés se basent sur les potentiels des technologies actuelles, éprouvées, produites au stade industriel et diffusées sur le marché. Les technologies aujourd'hui au stade de la recherche ou en cours d'expérimentation n'ont pas été utilisées pour estimer les potentiels mais sont présentées en annexe 1.

Les économies d'énergie : déploiement des Agences locales de l'énergie (ALE)

Entre 2010 et 2015 sont créées 26 ALE

Dans le Plan Virage-énergie, la région décide de s'engager dans une politique volontariste d'économies d'énergie et de maîtrise de la demande en énergie. Entre 2010 et 2015, sont créées 26 Agences locales de l'énergie (ALE) réparties sur le territoire. Elles constituent les pièces maîtresses de la stratégie de réduction des besoins énergétiques, notamment au niveau des bâtiments, des énergies renouvelables et des transports¹⁰. Participent à la création de ces outils les collectivités locales, l'Etat et les acteurs économiques.

Le nombre d'ALE à déployer se base sur les structures intercommunales existantes (voir figure 3). Le nombre d'emplois est croissant selon la densité de population de chaque secteur :

- en zone urbaine, création d'une ALE par communauté d'agglomération ;
- en zone rurale, création d'une ALE par Pays.

Les 10 Espaces Infos Energie actuels, préfiguration des ALE

Aujourd'hui, aucune Agence locale de l'énergie n'existe sur la région. Il existe cependant des antennes émanant de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) : les Espaces Infos Energies (EIE). Ces antennes sont au nombre de dix dans la région et comptabilisent vingt-neuf chargés de mission. Ces derniers répondent aux particuliers les ayant sollicités sur des questions portant sur les énergies renouvelables. Ils constituent une préfiguration de ce que seront les ALE.

Les ALE que le scénario Virage-énergie propose exercent des missions plus larges que les EIE existants. Elles disposent de véritables moyens d'expertises locales, d'animation et d'information pour délivrer du conseil, réaliser des analyses et assister au montage de projets, animer des réseaux d'acteurs, créer des partenariats, etc.

Plusieurs autres régions et collectivités se sont déjà dotées de tels outils, comme la région Bretagne qui en compte cinq ou plus près de nous, le territoire des Ardennes (une ALE à Charleville-Mézières)¹¹.

Une première estimation du nombre d'ALE à créer peut se baser sur les communautés urbaines (au nombre de 3) et d'agglomérations (11) tandis qu'en milieu rural un premier déploiement peut s'opérer à l'échelle des Pays (13)¹², quitte à les développer à l'échelle de certaines communautés de communes (au nombre de quatre-vingt deux aujourd'hui).

Au-delà des missions de conseil dispensées par ces ALE, les Communes et les Régions n'ont pas de pouvoir normatif et ne peuvent pas imposer de réglementation plus stricte que la loi nationale, à l'exception des Zones d'Aménagement Concertées (ZAC). Mais elles peuvent fournir un contrôle de la qualité thermique des réalisations, en parallèle aux actions de formation dans le bâtiment et d'aide à la constitution de nouvelles équipes. Ces missions – encore à inventer - se substitueront au contrôle de l'Etat, actuellement défaillant sur ce sujet. Ces effectifs s'ajouteront aux ALE présentées ici et seront développés en coordination avec les professionnels du diagnostic.

¹⁰ Pour plus de détails, voir également l'étude réalisée par l'agence des 7 Vents du Cotentin en 2007 pour Virage-énergie Nord-Pas de Calais, consultable sur <http://www.virage-energie-npdc.org>

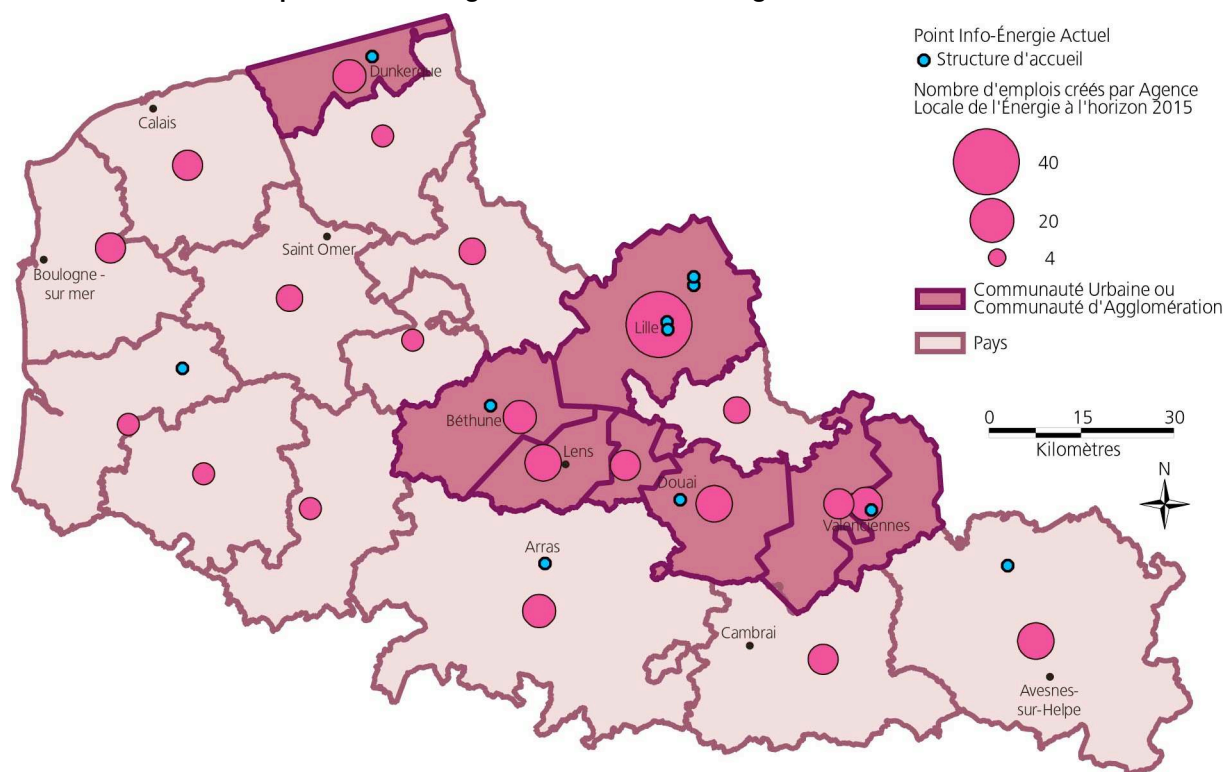
¹¹ Voir également site de la FLAME (Fédération pour les agences locales de maîtrise de l'énergie) www.federation-flame.org

¹² Trois Communautés Urbaines : Lille, Arras et Dunkerque.

Onze Communauté d'Agglomération : Communauté d'Agglomération Artois Comm, Communauté d'Agglomération de Cambrai, Communauté d'Agglomération de la Porte de Hainaut, Communauté d'Agglomération de Lens - Liévin, Communauté

Tableau 1 : Agences Locales de l'Énergie et emplois

| Nombre d'emplois | 2005 | 2010 | 2015 |
|----------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------|------------|
| Emplois "énergie" dans les ALE | | 193 | 334 |
| Directeur | | 26 | 26 |
| Administrateur | | 26 | 26 |
| Conseillers | | 141 | 282 |
| <i>Zone urbaine</i> | | 59 | 118 |
| <i>Zone rurale</i> | | 82 | 164 |
| Emplois « énergie » hors ALE* | | 82 | 82 |
| <i>Zone urbaine</i> | 29 | 29 | 29 |
| <i>Zone rurale</i> | 0 | 82 | 82 |
| Espaces Info Energie | 24 | Conditions de coopération à définir en commun | |
| AteeNee | 1 | (par zone, par type de public, par actions...) | |
| "Hommes énergie" dans les structures locales | 4 | | |
| Total emplois ALE et hors ALE | 29 | 275 | 416 |

Figure 3 : Scénario Virage-énergie et maîtrise de la demande de l'énergie en région : déploiement des Agences Locales de l'Énergie à l'horizon 2015.


d'Agglomération de Maubeuge - Val de Sambre, Communauté d'Agglomération de Saint-Omer, Communauté d'Agglomération de Valenciennes Métropole, Communauté d'Agglomération d'Hénin - Carvin, Communauté d'Agglomération du Boulonnais, Communauté d'Agglomération du Calaisis, Communauté d'Agglomération du Douaisis.

Treize pays : Moulins de Flandre, Calaisis, Boulonnais, Cœur de Flandre, Saint Omer, Montreuillois, Pévèle, Sept Vallées, Ternois, Artois, Sambre - Avesnois, Lys Romane, Cambrésis.

L'énergie éolienne

La synthèse

| Potentiel ultime* | | Choix retenu pour Virage* | | |
|---------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|------|------|
| | | En TWh | 2020 | 2050 |
| Eolien terrestre : | | Eolien terrestre | 1,47 | 3,15 |
| Potentiel français | 40 à 85 TWh | | | |
| Potentiel régional : | cf. schéma régional éolien ¹³ | | | |
| Eolien off-shore : | | Eolien maritime | 1,4 | 7,7 |
| Potentiel européen : | 3000 TWh/an à long terme 313 TWh/an à court terme | | | |
| Potentiel régional : | 23 TWh | Eolien maritime lointain | 1,12 | 7 |

* Les modes de calculs et les sources utilisées sont détaillés ci-après

Les mesures phares à lancer

- Mise en place d'un grand programme de déploiement de l'éolien sur sites terrestres et sur la côte
- Construction de l'outil industriel : commandes aux usines existantes construction de nouvelles usines
- Association avec d'autres régions riveraines de la Mer du Nord (Royaume-Uni, pays scandinaves) pour un développement mutualisé de l'éolien off-shore lointain :
 - Cette filière éolienne en Mer du Nord correspond à des « échanges de capacités » (*Swap* en anglais) : chaque partie prend une proportion de droits liés à l'unité de production qui lui sont alors réservés^{14 15}.

Les autres actions

| | |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Collectivités | - adoption obligatoire des zones de développement de l'éolien (ZDE) d'ici 2010 |
| Région | - campagne de sensibilisation sur une nouvelle culture énergétique à créer - encourager les intercommunalités à mener les concertations avec les citoyens pour la mise en place de projets éoliens - mise en place de l'outil industriel, - formations et aide à la réorientation professionnelle notamment des employés de la centrale de Gravelines - renforcer le soutien technique et financier auprès des collectivités dans la mise en place des ZDE |
| Emplois créés | En 2020 : 2 400 En 2050 : 2 200 |

¹³ Région Nord-Pas de Calais – Ademe, 2003, *Schéma régional éolien*. Disponible auprès de la Région Nord-Pas de Calais. Le schéma régional éolien est un document majeur pour la planification à court et moyen terme de parcs éoliens en Nord-Pas de Calais. Le scénario Virage-énergie se basant davantage sur le long terme (2050), le calcul ici des potentiels se base surtout sur un potentiel physique plutôt que des contraintes de raccordements, etc. comme l'identifie le schéma régional éolien réalisé par Espace Eolien Développement (EED) pour le compte de la Région et de l'Ademe Nord-Pas de Calais.

¹⁴ Cf. partie 3 du présent chapitre.

¹⁵ type le modèle Enel avec le réacteur nucléaire EPR à Flamanville

Le détail - Energie éolienne

Le potentiel éolien en Europe, en France et en région

La France, second gisement éolien d'Europe

L'énergie totale que le vent déploie chaque année est une fraction de celle du soleil (le vent est un produit de l'énergie solaire). Cette énergie mécanique peut être captée de façon plus concentrée là où le vent souffle souvent durant l'année.

Selon l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), du fait de son climat et de l'exposition de ses côtes, la France possède le deuxième gisement éolien d'Europe, après le Royaume-Uni. Ce potentiel est plus important en mer, où les vents sont plus réguliers et ne rencontrent pas d'obstacles.

Les études de potentiel partent de l'énergie physique du vent et des technologies disponibles, mais se limitent aux zones hors des agglomérations et des zones protégées.

Eolien terrestre

Potentiels en France

Le potentiel éolien français a été évalué par diverses études :

- 66 TWh/an en France continentale estimé par l'étude TERES (DG XVII, Commission européenne, 1994¹⁶) ;
- 85 TWh/an, sur sites terrestres estimés par l'étude « Wind Force 12 » du syndicat industriel *European Wind Energy Association* (EWEA), parue en 2002¹⁷ ;
- entre 35 TWh et 40 TWh comme objectif pour l'éolien français sont estimés de façon plus restreinte par la directive européenne sur l'électricité renouvelable ;
- 200 TWh par la société Espace Eolien Développement (EED). Ce potentiel procède d'un calcul synthétisant de manière approfondie un grand nombre d'études de référence réalisées par des organismes nationaux ou internationaux (études dont certaines sont citées ci-dessus)¹⁸.

La question ici est donc avant tout la disponibilité des terres et les choix locaux.

Potentiel pour la région

Le département du Pas-de-Calais a estimé récemment son potentiel économique et réaliste à 1200 MW, soit environ 2,5 TWh pour ce seul département.

Pour le Nord plus densément peuplé, le total envisagé est de 500 MW (soit environ 1,1 TWh). Le scénario Virage retient ce potentiel moins 15%, avec un productible considéré en moyenne à 2100 heures¹⁹ soit une production de 3150 GWh/an, ce qui correspond à une utilisation répartie sur la région et non seulement sur les zones littorales.

L'éolien off-shore

Concerne surtout les espaces près des côtes

Du strict point de vue physique, le vent au-dessus des océans représente une énergie très largement supérieure aux consommations des pays d'Europe. Mais pour estimer un tel potentiel, on ne considère en général que les espaces suffisamment proches des côtes.

Potentiel européen

Cette ressource « *off-shore* » a été estimée par exemple par le *Germanischer Lloyd* pour la Commission européenne en 1995. L'étude ne considérait que les fonds de moins de 40 mètres situés à moins de 30 km des côtes, en excluant les routes maritimes, les infrastructures pétrolières, et les zones marines protégées. Le potentiel physique ainsi délimité se monte à 3000 TWh/an, soit plus que la consommation de l'Union Européenne.

¹⁶ Site de Espace Eolien Développement www.espace-eolien.fr – accès novembre 2007

¹⁷ Site de Espace Eolien Développement www.espace-eolien.fr – accès novembre 2007

¹⁸ www.espace-eolien.fr/Eolien/50twh.htm#1%20ANALYSES%20DE%20REFERENCE - accès novembre 2007

¹⁹ Le productible de ces centrales, c'est-à-dire l'énergie du vent qu'elles vont capter, est lié à leur emplacement. Comme en Allemagne, il vaut mieux dans l'intérieur de notre région placer des éoliennes « surdimensionnées » c'est-à-dire munies de pales allongées qui permettent de capter au total plus d'énergie dans l'année sans surcoût. Mais ce choix technique se fait au détriment de la productivité nominale des machines (mesurées en heures ou en pourcent). C'est pourquoi le scénario Virage prévoit en moyenne pour l'éolien terrestre une productivité de 2100 heures (les meilleurs emplacements font beaucoup plus) malgré le potentiel de progrès technique encore atteignable.

²⁰ www.ewea.org

Les industriels européens de l'éolien regroupés dans l'EWEA²⁰ estiment à plus court terme qu'en se limitant aux profondeurs de moins de 20 mètres et en restreignant nettement les zones d'exploitation, un potentiel réaliste de 10% de l'électricité européenne soit 313 TWh/an est à portée de l'industrie.

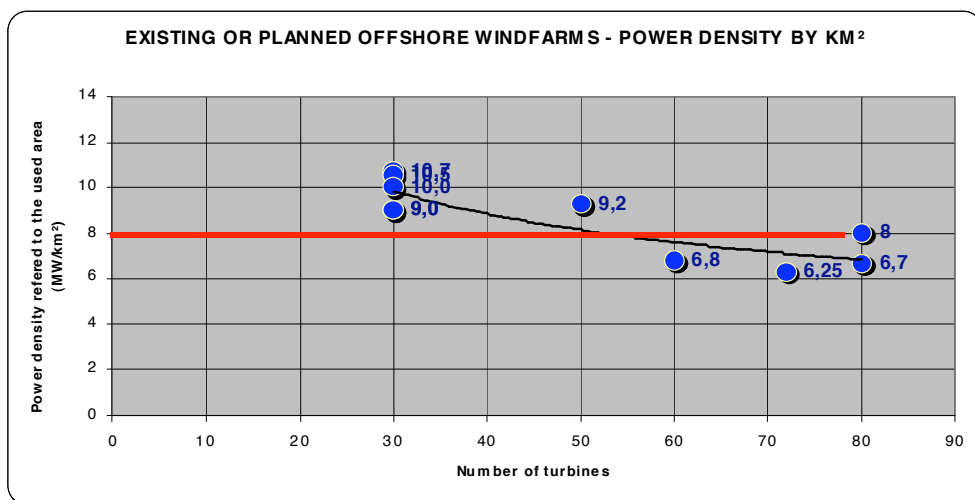
Potentiel en France et en Belgique

Plus récemment, l'étude du cabinet britannique Garrad Hassan²¹ précise ces grandeurs en intégrant une modélisation nettement plus précise des productions potentielles avec la géographie détaillée des zones concernées. Le bureau d'études préconise un potentiel dépassant 30% de la production éolienne européenne via des centrales installées au large des côtes européennes.

Le captage de l'énergie éolienne s'effectue par des machines dont la densité d'implantation est de l'ordre de 6 MW/km². Même si le bureau d'étude Garrad Hassan applique une densité de machines de l'ordre de 8 MW/km², on table plutôt en Europe sur 6 MW/km² (études plus récentes et dimensionnement actuels des centrales, cf. schéma ci-après)²². Ceci permet de suggérer une puissance installée pour la France de 32,7 GW et pour la Belgique de 6,7 GW, soit une surface en mer de 4000 km² et 834 km².

Cette densité pourrait augmenter si des machines plus grandes (5 MW et au-delà²³) sont installées dans le sens des vents dominants. Ce facteur de densité permet notamment de limiter le coût de connexion électrique des machines, qui pèse environ le tiers du coût actuel présent des fermes éoliennes off-shore²⁴.

Figure 4 : Evolution de la densité de puissance pour l'éolien offshore



source : EED, 2007

Commentaires du schéma ci-dessus

A partir des données issues des parcs éoliens offshore opérationnels et en considérant uniquement l'augmentation de la taille de la turbine, la tendance observée entre la densité d'implantation des turbines et le nombre de turbine est :

²¹ Garrad Hassan Consulting, 2004, *Sea Wind Europe* disponible sur : www.greenpeace.org/international/press/reports/sea-wind-europe

²² Ce dernier ratio a été utilisé pour le chiffrage du scénario Virage-énergie.

²³ En 2004, la tendance confirmait déjà la densité comprise entre 6 et 7 MW/km² pour des projets supérieurs à cinquante ou soixante éoliennes. En effet, des turbulences et effets de sillage entre éoliennes se renforcent avec le nombre accru d'éoliennes sur une surface donnée. Les développements entrepris pour des opérateurs ces deux ou trois dernières années concernent des projets plus conséquents (supérieurs à cinquante éoliennes) et s'orientent vers cette densité afin de "ménager" les éoliennes en phase d'exploitation. Donc, ce ratio est lié à la surface disponible et le nombre d'éoliennes considéré. Par conséquent, même 7 MW/km² conviendrait mieux pour coller à ce qui se passe au Royaume-Uni. Référence : *Net for offshore sustainable technologies, resources and use in the mediterranean sea* - NOSTRUM –N'ALTENER-2002-065.

²⁴ A noter qu'une exploitation soutenable de la ressource des pêcheries demande qu'une part importante des surfaces marines soient désormais des réserves intégrales, ce qui favorise un zonage partageant l'ensemble de la Mer du Nord entre l'exploitation énergétique (gaz, éolien, pétrole), les couloirs de transport maritime, les zones naturelles, et les zones de pêche sur une part limitée des surfaces.

- jusqu'à 40-50 éoliennes : densité comprise entre 9 et 10 MW/km².
- au delà de 50 éoliennes, une densité comprise entre 6 et 8 MW/km²..

Figure 5 : Lancement d'éolien off-shore au large de l'estuaire de la Tamise



source : *Crown estate*, Royaume – Uni, 2006

De l'autre côté de la Mer du Nord

De manière encore plus proche et actuelle, la carte ci-dessus est issue d'un rapport du '*Crown Estate*', propriétaire des fonds marins en Grande-Bretagne. Elle montre les surfaces déjà allouées par adjudication par le gouvernement britannique tout près de notre région²⁵. Sur les 7000 MW attribués par le Royaume-Uni, l'estuaire de la Tamise représente 1800 MW à installer dont 300 hors de la zone territoriale des 12 milles marins. En 2006 ce sont 1300 MW dont la construction a été lancée au large de Londres²⁶ (puissance équivalente d'une tranche nucléaire). Les travaux viennent de commencer sur les transformateurs à terre²⁷.

Une opportunité géographique : la faiblesse des fonds marins

La bathymétrie²⁸ de la mer du Nord est en moyenne peu élevée avec notamment la zone du Dogger Bank. Il s'agit d'un grand banc de sable situé à une centaine de kilomètre des côtes du Royaume-Uni. Sa superficie est d'environ 17600 km² et ses dimensions approximatives sont de 260 km du Nord au Sud et de 95 km d'Est en Ouest. Il se situe à une profondeur entre 15 et 36 mètres, soit une moyenne de 20 mètres sous le niveau de la mer. Avec une densité d'implantation de l'ordre 6 MW/km², le potentiel est immense (plus de 100 GW).

Pour la région Nord-Pas de Calais

Pour la région nous avons le problème d'une surface et d'une façade maritimes limitées et de leur utilisation actuelle caractérisée par un fort transit (le Cap Gris Nez est le premier lieu de transit maritime mondial).

Ces contraintes prises en compte, une puissance d'éolien *off-shore* en région dépassant sur le long terme les 3 GW voire 5 GW n'a rien de réhibitoire physiquement. Deux zones sont actuellement envisagées, dans les eaux du Nord-Pas de Calais pour l'exploitation de l'éolien, au large de Dunkerque et au large de l'Authie.

Au total le scénario Virage-énergie prévoit l'exploitation de 2,2 GW sur ces deux zones, soit pour chacune une surface équivalente à celle concédée pour *London Array* par la Couronne britannique au large de la Tamise (voir carte ci-dessus), ou encore un rectangle de 19 kilomètres de côté.

Le scénario Virage-énergie distingue les constructions en eaux territoriales et les

²⁵ Ensemble des développements anglais en Offshore www.thecrownestate.co.uk/70_interactive_maps_marine.htm

²⁶ www.gretergabbard.com. Une carte plus précise est donnée sur www.bwea.com/offshore/ThamesEstuary.pdf

Projet offshore accepté www.bwea.com/media/news/070219.html

²⁷ Id.

²⁸ bathymétrie : profondeur des fonds marins

ressources exploitées collectivement au large de la Mer du Nord, conjointement avec nos partenaires anglais, néerlandais et belges. Dans le scénario, ces dernières représentent 2,5 GW mais le potentiel réaliste est nettement plus élevé. Une partie de cette production, de l'ordre de 20%, est utilisée pour échanger de l'énergie selon les besoins saisonniers avec les autres réseaux européens et bénéficier des capacités de stockage des pays nordiques. Ce principe - déjà utilisé par nos partenaires européens pour les centrales en participation - limite fortement les contraintes de l'intermittence.

La production totale des trois potentiels décrits pour le scénario Virage (terrestre, off-shore en zone exclusive, production nette des participations en Mer du Nord), représente une production ultime de 17 850 GWh.

Constat et problématiques actuelles

Le constat

- La dynamique européenne** Le développement récent, même s'il reste timide au regard de l'expérience de nos voisins européens, a tendance actuellement à s'accélérer, sous la pression notamment de l'obligation européenne de produire 21% d'électricité verte d'ici 2011²⁹.
- L'obligation en France de ZDE** Depuis la loi d'orientation sur l'énergie votée en juillet 2005, le rachat de l'électricité fournie par des éoliennes est conditionnée à la mise en place d'une zone de développement de l'éolien (ZDE). L'élaboration de ces ZDE est placée sous la responsabilité des collectivités locales compétentes en planification urbaine. Les ZDE sont soumises à la validation du préfet.

Les problématiques

- Lourdeurs administratives** Les difficultés rencontrées actuellement par les opérateurs éoliens sont liées notamment aux lourdeurs administratives, que ce soit pour l'implantation et la rénovation de parcs. Les démarches à réaliser freinent le développement de cette filière.
- Culture franco-française**

Depuis l'obligation faite en 2005 des Zones de développement de l'éolien (ZDE), il s'avère que la réalisation de ces documents de planification est un frein supplémentaire à la réalisation des parcs éoliens. D'autres freins viennent aussi ralentir la dynamique (un radar à côté d'Abbeville gèle tout projet dans un rayon de vingt kilomètres, les contraintes posées par l'armée de l'air limite les possibilités de développement autour d'Arras...).

Comment expliquer ce labyrinthe administratif et cette inertie dans l'instruction des projets ? Tout comme dans l'opinion publique, il existe au sein des administrations une culture spécifiquement française qui place dans l'imaginaire de chacun les renouvelables comme secondaires, voire non indispensables à la capacité énergétique nationale. Cette idée, qui dénote de la culture présente chez nos voisins européens, n'est-elle pas, par ailleurs, à chercher dans l'illusion de l'indépendance énergétique qu'entretient le choix français du « tout nucléaire » ?³⁰.

L'existant en région

La carte en annexe 3 présente les sites de production électrique en région (notamment les parcs éoliens).

- Le premier parc off-shore prévu en Seine-Maritime** Au sud-ouest de la région, en Seine-Maritime, on peut citer le projet en cours sur Veulettes-sur-Mer. Ce parc off-shore, premier en France, doit voir le jour en 2008. Avec une puissance totale de 105 MW (21 éoliennes), il sera capable de produire environ 300 GWh chaque année, soit l'équivalent de la consommation d'une ville de 150 000 habitants³¹.

²⁹ Rappelons à cet égard que le nucléaire n'est pas une énergie verte.

³⁰ L'indépendance énergétique de la France censée provenir du choix de l'énergie nucléaire est en effet une double illusion : l'uranium est un combustible à 100% importé depuis 2001 et l'énergie nucléaire représente 17% de l'énergie finale consommée en France, les énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon qui sont également importés) représentant environ 75% de cette consommation.

³¹ www.offshore-albatre.fr/

L'énergie solaire thermique

La synthèse

| Potentiels | | Choix retenu dans le Plan Virage-énergie | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------|
| | | 2020 | 2050 |
| <p>Le potentiel ultime. En se basant sur les consommations régionales pouvant être remplacées par de la chaleur solaire, la région a le potentiel en énergie solaire thermique pour produire : :</p> | 10 TWh ou au-delà | 1,1 TWh | 5,7 TWh |
| <p>Le potentiel minimaliste. Et si la région était au niveau actuel d'équipement en solaire thermique de l'Autriche, l'objectif de production de chaleur thermique serait de :</p> | 660 GWh | | |
| <p>Les mesures phares à lancer</p> | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> Grand programme de déploiement des capteurs solaires thermiques sur les bâtiments et du stockage saisonnier en lien avec le redéploiement urbain dans 800 quartiers à l'horizon de 2050. Construction de l'outil industriel : construction d'une usine d'une capacité de 0,6 millions de m², comme celle inaugurée récemment par Viessmann en Alsace. Cette production doit être complétée par l'assemblage local de tubes sous vide (produits actuellement à très bas prix en Chine). | | | |
| <p>Les autres actions</p> | | | |
| Etat | - bâtiments neufs et nouveaux quartiers : obligation d'autosuffisance énergétique | | |
| Région | <ul style="list-style-type: none"> - campagne de sensibilisation sur une nouvelle culture énergétique à créer - planification et programmation du stockage saisonnier dans les opérations urbaines de rénovation, avec un objectif de 25% des besoins des réseaux de chaleur. - réhabilitation : obligation d'introduction d'énergies renouvelables dans toute nouvelle opération - mise en place de l'outil industriel, formation et aide à la réorientation professionnelle, notamment des employés de la centrale de Gravelines. - former et qualifier les professionnels du bâtiment. - sensibiliser et former les élus et les professionnels de l'architecture et de l'urbanisme. | | |
| Estimation des emplois créés | 2020 : 3 000 2050 : 3 200 | | |

Le détail - Le solaire thermique

Les potentiels

Quelques ordres de grandeur

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Potentiel de 10 TWh ... ou 2270 ha de capteurs | <p>Le potentiel en énergie solaire thermique se calque sur les consommations d'eau chaude sanitaire et de chauffage de la région ainsi que sur le potentiel de préchauffage dans l'industrie. Le potentiel ultime est de 10 TWh³², ce qui peut représenter une surface de capteurs de 22,7 km² (ou 2270 ha).</p> |
| Niveau d'équipement de l'Autriche appliqué à la région = 3,6 TWh. | <p>Pour calculer le potentiel atteignable de l'énergie solaire thermique en région, on peut aussi viser un niveau d'équipement égal à celui du pays européen le plus avancé dans ce domaine. La mesure ici est le nombre de mètres carrés de capteurs solaires installés.</p> <p>Pour cela on peut considérer l'Autriche avec ses 2,9 millions de m² - soit 290 ha - pour 8 millions d'habitants en 2003³³. Cela représenterait pour le Nord-Pas de Calais 0,36 m² par habitant.</p> <p>Si l'on applique directement le ratio m² par habitant à la population du Nord-Pas de Calais, soit 4,1 millions d'habitants, on trouve une surface de 1,5 km², correspondant à une production annuelle d'environ 660 GWh. Ceci peut être l'objectif de court terme pour les politiques régionales.</p> <p>Une étude du Centre National de Recherche Scientifique (CNRS) sur les potentiels du solaire thermique arrive à peu près aux mêmes ordres de grandeur³⁴.</p> <p>Il est intéressant de noter que le niveau actuel du taux d'équipement de l'Autriche n'est pas une limite puisque le nombre de mètres carrés posés par année augmente toujours et atteint désormais 300 000 m², de quoi doubler le taux d'équipement en moins de 10 ans.</p> |
| Quel niveau de chaleur solaire peut-on déployer en région ? | <p>Un rattrapage du Nord-Pas de Calais vis-à-vis d'autres régions comme l'Autriche conduit déjà à des bilans non négligeables.</p> <p>L'organisation dans le scénario Virage-énergie d'une filière massive entre rapidement en concurrence avec d'autres modes de chauffage (bois...) ou devient aussi contradictoire avec des maisons à consommation si faible que les systèmes de chauffage actif peuvent être vu comme trop complexes à mettre en œuvre.</p> <p>C'est pourquoi le choix s'est plutôt porté sur des systèmes collectifs comprenant des dispositifs de stockage. Au final, le scénario Virage-énergie se limite à 3,9 TWh pour l'habitat-tertiaire et à 15% des besoins sous chaudière dans l'industrie (soit 1,8 TWh).</p> |
| Le stockage saisonnier de chaleur solaire | <p>Ce potentiel du solaire thermique peut être augmenté si on y intègre la technique de stockage saisonnier collectif de chaleur, comme développé en Allemagne. Le calcul du potentiel peut dépasser les seules périodes d'été et d'entre saison. Le Plan Virage-énergie prévoit d'équiper 800 quartiers d'ici 2050 (cf. chapitre bâtiment). C'est un des chantiers majeurs, en lien avec les réseaux de chaleur urbains et industriels.</p> |
| La rentabilité économique à venir de la chaleur solaire par rapport au gaz | <p>Le prix du capteur solaire sur le marché international est influencé fortement par l'arrivée depuis 2006 des équipements chinois (20% d'exportation cette année-là contre 0% l'année précédente). Un mètre carré de capteur composé de tubes sous vide revient entre 50 et 100 € au détail sur le marché chinois. A ce prix - accessible</p> |

³² La consommation totale de chaleur dans la région est de 53 TWh, Si l'on considère 40% des besoins d'eau chaude sanitaire et 25% des besoins de chauffage dans l'habitat, 20% de ceux des locaux commerciaux et 10% des besoins de l'industrie, on trouve 10 TWh.

³³ Systèmes solaires, n°180, page 72.

³⁴ Traisnel JP - CNRS-LTMU, 2004, « Habitat et développement durable », les perspectives offertes par le solaire thermique », in *CLIP* n°16, septembre. Selon cette étude il peut être plus économique d'augmenter la surface de captage dans une région moins ensoleillée, soit 2 à 3 m² de capteur par personne, doublant ou triplant la contribution potentielle.

prochainement pour l'industrie et le grand collectif - il devient intéressant d'exploiter au maximum la ressource du solaire pour les circuits d'eau tiède des réseaux de chaleur et pour préchauffer les eaux de processus industriels.

Pour des systèmes collectifs (où l'installation joue peu sur le prix d'investissement), la production de chaleur à basse température par le solaire collectif revient à 5 c€/kWh ou moins pour une durée de vie de 20 ans et une actualisation de 8%, soit moins cher que le gaz payé par les PME nordistes.

La densité industrielle et de l'habitat permet un amortissement favorable des investissements solaires

Paradoxalement, grâce à sa concentration des besoins de chaleur et leur étalement sur l'année, la région Nord-Pas de Calais peut mieux rentabiliser des installations de moyenne et grande taille que des régions plus méridionales. En effet, la localisation d'usines dans des zones spécifiques relativement circonscrites (zones industrielles) et le caractère dense de l'habitat permet à l'infrastructure solaire d'atteindre rapidement un niveau critique d'utilisation. L'investissement est alors optimisé et l'amortissement est plus rapide que des situations moins favorables. L'optimisation de l'investissement est également renforcé par la continuité des besoins en chaleur inhérente à la nature des activités industrielles (on produit toute l'année), ce qui est moins vrai pour le chauffage des bâtiments qui répond à des besoins strictement saisonniers et donc discontinus.

Priorité sera donnée aux installations solaires collectives

Pour les particuliers, la forte baisse des coûts est moins rapide, le coût d'installation étant nettement plus élevé. Le solaire doit aussi être intégré dans les toitures neuves et dans l'habitat ancien, de façon similaire aux obligations que l'on trouve à Barcelone ou dans des Länders allemands. Le solaire décentralisé individuel (système « Eau Chaude Sanitaire » individuel) devient rapidement minoritaire dans le scénario Virage-énergie au profit des installations collectives moins chères à l'investissement et mieux gérées dans le temps. Le développement de ces dernières est permis par l'extension des réseaux de chaleur urbains.

La valorisation de la chaleur solaire pour l'industrie

Enfin, on peut considérer l'utilisation du solaire thermique pour des températures plus élevées dans l'industrie, un domaine qui fait actuellement des progrès importants et dont les prix sont en baisse. Les capteurs sous vide peuvent préchauffer l'eau jusqu'à 80°C ou au-delà. Le solaire peut alors être un appoint intéressant dans de nombreuses industries et compléter la récupération d'effluents et le stockage saisonnier (par exemple, l'industrie papetière qui emploie 8 000 personnes en région).

Un outil d'investissement limitant les risques des PME mais leur offrant les bénéfices des énergies renouvelables permettra de programmer la construction solaire ou de faciliter l'investissement des tiers. Cet outil financier permet de s'assurer que l'industrie reçoit un approvisionnement en énergie à prix indépendant de celui du pétrole ou des marchés gaziers ou électriques, tout en assurant aux producteurs du solaire un débouché régulier.

Cette production solaire entre cependant en concurrence avec les cascades énergétiques (effluents thermiques de l'industrie) que le Plan Virage-énergie développe par ailleurs. C'est pourquoi des valeurs prudentes ont été choisies. En cas de stockage saisonnier, ces contributions pourraient encore augmenter, avec dans le cas de l'industrie une utilisation combinée de pompes à chaleur à très haute performance et des effluents.

L'électricité solaire photovoltaïque

La synthèse

| Potentiel ultime | | Choix retenu pour Virage | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | 2020 | 2050 |
| Consommation totale électrique régionale = 2% de la surface de la région recouvert de panneaux photovoltaïque | 26700 ha pour 32000 GWh (total de la demande) | 660 GWh soit 500 ha | 9500 GWh soit 7920 ha |
| Les mesures phares à lancer | | | |
| 1. Grand programme de déploiement du photovoltaïque en région. 2. Construction de l'outil industriel : une usine de 300 MWc pour 2012. Pendant la montée en puissance, l'usine exporterait une partie de sa production. Une fois les besoins régionaux satisfaits par cette dernière à l'horizon 2020, une seconde usine de même capacité est construite vers 2025, puis une troisième en 2035. Ces usines pourraient assurer l'équipement en région des besoins en électricité photovoltaïque proposés dans le Plan Virage-énergie. Ces usines s'installeront en région sans difficulté à partir du moment où la puissance publique, par le programme de déploiement du photovoltaïque, lui garantit l'achat de sa production par les acteurs et citoyens régionaux. | | | |
| Les autres actions | | | |
| Etat | - maintenir le taux réduit de TVA applicable aux microcentrales photovoltaïques conformément aux textes et engagements pris par l'Etat dans sa loi d'orientation sur l'énergie en juillet 2005 ; - intensifier la recherche et développement sur la filière photovoltaïque. | | |
| Région | - soutenir les fournisseurs d'électricité verte ; - former et qualifier les professionnels du bâtiment ; - sensibiliser et former les élus et les professionnels de l'architecture et de l'urbanisme ; - campagne de sensibilisation sur une nouvelle culture énergétique à créer ; - réhabilitation : obligation d'introduction d'énergies renouvelables dans toute nouvelle opération ; - bâtiments neufs et nouveaux quartiers : obligation d'autosuffisance énergétique ; - mise en place de l'outil industriel, formation et aide à la réorientation professionnelle notamment des employés de la centrale de Gravelines ; - soutien à la reconversion ou au développement de certaines industries chimiques de la région pour la production de silicium ³⁵ , pour faire face à la pénurie à venir du silicium ³⁶ . | | |
| Estimation des emplois créés | 2020 : 2 600 2050 : 7 700 | | |

³⁵ L'un des freins actuels au développement des panneaux photovoltaïques est la pénurie de silicium (et donc son coût élevé). Ce matériau très pur est fortement demandé car il est à la base de la fabrication de composants électroniques. Les panneaux photovoltaïques ne demandent pas une pureté aussi importante que celle utilisée en électronique : une filière particulière, à moindre coût se met actuellement en place.

³⁶ L'article « Silicium Vallée » de la revue Systèmes Solaires n°177 (2007) traite de l'implantation d'une unité de production de silicium pour modules solaires sur un site chimique produisant de l'acide chlorhydrique et de l'hydrogène. Le procédé retenu utilise ces deux produits. La mise en service est prévue début 2009 pour une capacité de production de 4000 tonnes soit l'équivalent de 400MWc, le doublement de la ligne de production est déjà en projet.

Le détail - Le solaire photovoltaïque

Le potentiel

Consommation électrique régionale = 2% de la région couverte de panneaux

Les centrales photovoltaïques produisent de l'énergie électrique à partir du Soleil.

Comme pour le solaire thermique, le potentiel physique ultime dans la région est important. Pour couvrir tous ses besoins présents en électricité (soit 32 TWh³⁷) avec des capteurs photovoltaïques de technologies actuelles, la surface nécessaire représente environ 2% de la région ou encore un carré de 16 km sur 16 km.

Les facteurs de réussite

La production photovoltaïque est traditionnellement connectée sur le réseau électrique local en basse tension. La seule contrainte physique est ici une répartition équilibrée des centrales photovoltaïques (collectives ou de particuliers) vis-à-vis des lieux de consommation. L'intérêt est de ne pas ou peu dépasser la consommation du réseau à proximité pour garantir l'efficacité maximale de la production. Ceci limite les besoins de transport de l'électricité et par conséquent les pertes en ligne (ce même phénomène de perte caractérise les productions centralisées nucléaires et thermiques, ce qui diminue leur rendement). Sur le long terme, ce facteur de répartition devient moins important que le coût, la surface utilisée et l'organisation du système.

Un point important est l'encombrement. La surface bâtie et imperméabilisée (parkings...) utilisée en Nord-Pas de Calais pour le commerce et l'industrie dépasse très largement les besoins futurs. Le déploiement des panneaux solaires se fera donc sur les seules surfaces imperméabilisées. Nul besoin par conséquent d'artificialiser de nouvelles zones.

Les barrières techniques à lever pour un déploiement à très grande échelle

Le développement à très grande échelle et à long terme du photovoltaïque ne dépend pas de la surface³⁸. Il dépend surtout de l'organisation des réseaux et bien entendu de l'économie de la filière :

- au début de la période décrite, les particuliers investissent dans des installations décentralisées pour compenser leur consommation électrique. Ces installations sont installées sur les toits des particuliers, mais aussi et surtout sur des bâtiments collectifs mieux adaptés et nettement moins chers. S'engager vers des installations photovoltaïques collectives permet en effet de développer des centrales photovoltaïques de grande taille, les économies d'échelle ainsi réalisées diminuant les coûts d'installation. Sur le modèle scandinave (crédit d'impôt pour l'investissement dans une « part » de centrale) les particuliers peuvent ainsi limiter leurs émissions personnelles de CO₂ et s'assurer d'une facture d'électricité prévisible quel que soit le prix du pétrole. Une limite de cette politique vis-à-vis du système peut être constituée par la consommation en période creuse, par exemple lors du mois de juillet. Pour une région dense comme le Nord Pas de Calais, cela représenterait une limite supérieure de l'ordre de 20% de la consommation actuelle de l'habitat - tertiaire dans la région, soit une production maximale de l'ordre de 2 TWh.
- Au-delà de cette limite, les capteurs seront sur grandes surfaces et reliés à la moyenne tension pour que l'électricité ainsi produite puisse être acheminée dans des foyers de consommation plus éloignés. Mais l'organisation générale du système vise à limiter les transports de courant et à utiliser l'énergie au plus près de la ressource, en particulier à la campagne.

Les voies les plus prometteuses

De façon encore plus lointaine, de telles limitations techniques ne s'imposent plus si une possibilité de stockage efficace de l'énergie est mise au point. Sont d'ores et déjà en cours de recherche ou d'expérimentation la production d'hydrogène³⁹ ou

³⁷ Observatoire de l'énergie, Minefi, 2006.

³⁸ La surface indiquée représente 0.15% de la surface régionale.

³⁹ pour projets de recherche et développement, voir la Compagnie européenne des technologies de l'hydrogène www.ceth.fr/projetfr.php

l'utilisation d'air comprimé à grande échelle. L'enjeu est surtout de déployer des réseaux électriques intelligents⁴⁰.

Une rentabilité économique proche dans le temps

Deux périodes sont à prendre en compte pour le déploiement futur du photovoltaïque :

- une phase d'expérimentation et de déploiement, avec aides publiques⁴¹, dans un contexte où l'énergie fossile et fissile a un coût moins élevé que le photovoltaïque. Il s'agit de la période actuelle, caractérisée par un déploiement soutenu chez nos voisins européens et prévue également dans le scénario Virage ;
- à l'horizon 2020, c'est véritablement la phase de développement. Le photovoltaïque devient rentable de façon totalement autonome. Le tarif électrique devient plus cher que le coût du photovoltaïque. Pour le particulier, cela coûte alors moins cher de produire un kWh de photovoltaïque non subventionné que d'acheter un kWh électrique fossile ou nucléaire ;
- dans ce contexte, le particulier investit non plus sur le toit de sa maison mais dans une portion de centrale photovoltaïque située sur le toit d'une usine, d'un entrepôt ou d'un parc de stationnement (comme c'est le cas en Allemagne aujourd'hui).

Au final dans le scénario Virage-énergie, en 2050, la production électrique photovoltaïque (9500 GWh) dépasse largement la consommation électrique de l'habitat tertiaire (4430 GWh).

Des capacités industrielles actuelles qui rendent l'objectif atteignable

Un tel développement suppose des capacités industrielles de production adaptées.

Là encore, les hypothèses sont réalistes comme le montrent les investissements en cours en Europe. Le constructeur japonais Sharp a décidé de doubler la production de modules photovoltaïques dans son usine, située en Grande-Bretagne. La capacité passera ainsi de 110 à 220 mégawatts crête (MWc). En 2006, on a installé en Europe 1245 MWc⁴².

Le scénario Virage-énergie prévoit une demande photovoltaïque de 100 MWc par an en 2020 et de 500 MWc par an en 2050.

⁴⁰ L'utilisation d'air comprimé en sous-sol et d'autres technologies est évaluée par exemple par A. Ruddel, « Electrical energy storage » in *Future Electrical Technology and Systems*, Cambridge University Press 2006

⁴¹ cf. annexes suivantes présentant les tarifs de rachat d'électricité renouvelable et des aides proposées en région.

⁴² Bilan EuroObserv'ER, 2007, in *Systèmes solaires*, n°178, page 50.

La filière biomasse se décompose en trois sous-filières, selon les types de matières premières et les technologies de valorisation. On distingue 3 « produits » principaux : le biogaz, les agrocarburants et le bois-énergie.

Le biogaz

La synthèse

| Potentiel ultime | | Choix retenu pour Virage | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------|
| Tissu industriel du secteur agro-alimentaire : 276 établissements pour 8% du chiffre national et 7% des effectifs nationaux ⁴³ . Elevage : 3,5% du cheptel bovin national, 3,6% du cheptel porcin national. Déchets ménagers verts et biodéchets : 236 000 tonnes en 2002, (50% de la population était alors desservie par une collecte sélective) | | 2020 | 2050 |
| | | | |
| Les mesures phares à lancer | | | |
| 1. Construire dans chacune des principales agglomérations ⁴⁴ une unité de méthanisation des déchets verts des particuliers, des collectivités, voire des déchets de l'industrie agroalimentaire. 2. Mettre en place des unités locales de méthanisation à la ferme, avec cogénération et connexion à un réseau de chaleur local. 3. Permettre l'implantation de telles unités à proximité de sources de consommation de chaleur ⁴⁵ . | | | |
| Les autres actions | | | |
| Etat | - subventions ou prêts à taux préférentiels | | |
| Région | Les collectivités peuvent faciliter l'émergence de projets par diverses mesures : <ul style="list-style-type: none"> - aider à la mise en relation entre le porteur de projet de méthanisation, le producteur de chaleur et d'autres acteurs consommateurs de chaleur (habitat, industrie, transports...), - adapter ces équipements demandant du chauffage pour que la collectivité devienne elle-même consommatrice de la chaleur valorisée par la méthanisation (ou en utilisant aussi le biogaz comme force motrice pour les transports), - organiser de façon optimale la collecte sélective des déchets ménagers, - réaliser des réseaux de chaleur à toutes échelles, d'une ville à celle d'un village, prescrire leur réalisation dans les procédures d'aménagement (zones d'aménagement concerté...), - remplacer les unités de compostage vétustes ou en fin de vie par des unités de méthanisation. | | |

Le détail – Le biogaz

Les enjeux de la méthanisation des déchets organiques

Les intérêts de la méthanisation sont multiples. Ce procédé traite et valorise de manière écologique et économique des déchets organiques, des effluents d'élevage, des boues de stations d'épuration. C'est aussi une manière de réduire la contribution à l'effet de serre, en évitant de laisser s'échapper le méthane issu du compostage des déchets organiques ou en évitant l'incinération au profit d'une valorisation énergétique efficace.

⁴³ SESSI, 2002, *L'industrie dans les régions*, pp.17 et 32.

⁴⁴ C'est déjà le cas pour Lille, Calais. Hazebrouck mène une étude de faisabilité. D'autres agglomérations concernées seraient : Dunkerque, Boulogne, Lens, Arras, Valenciennes, Maubeuge...

⁴⁵ Unité de méthanisation de Rédange (Luxembourg).

Chaleur et production d'électricité

L'intérêt est aussi économique car la méthanisation évite ou réduit le recours à des procédés classiques du traitement des déchets (épandages notamment).

De par la diversité des ressources utilisables et des acteurs à mobiliser, elle permet la mise en place d'une filière de valorisation locale et globale des déchets organiques, très dynamisante pour un territoire, notamment rural.

Le meilleur rendement énergétique et économique est la valorisation du biogaz en chaleur et, couplé à un système de cogénération, la production simultanée d'électricité.

En Allemagne, dans un contexte de politique incitative de production d'électricité issue d'énergie renouvelable, le prix d'achat atteint un niveau si élevé que la valorisation de la chaleur n'est pas indispensable. La vente de l'électricité ainsi produite suffit au producteur pour assurer l'amortissement des investissements consentis dans l'infrastructure (digesteur, bulle de stockage du biogaz...). Des cultures énergétiques spécialement dédiées à la méthanisation (du type maïs) peuvent même être mises en place. On sort alors d'un système des énergies dites « fatales » et on crée un système demandant des ressources à produire en sus, dont le mode productiviste est critiquable.

Tarifs d'achat

Des rendements particulièrement élevés pour la cogénération peuvent être aujourd'hui obtenus avec des puissances importantes (à partir de 750 kW électrique).

Compris entre 9,5 et 14 c€, le tarif d'achat, révisé le 10 juillet 2006, participe à la rentabilité des projets. Plusieurs projets commencent à voir le jour en France⁴⁶.

Ce tarif d'achat pourrait encore être augmenté, mais devrait alors s'accompagner de conditions agro-environnementales (élevage extensif, interdiction des cultures énergétiques...) demandées à l'agriculteur.

Optimisation des installations

L'importance des coûts liés aux investissements, aux coûts de logistique et d'exploitation impose d'optimiser le système en fonction du contexte local.

Trois critères intervenant dans la rentabilité globale du projet doivent être pris en compte :

- le transport de matière doit être minimal en rapprochant au maximum le gisement de l'unité de méthanisation ou, pour les collectivités, en optimisant le circuit de collecte des déchets ménagers ;
- les déchets traités doivent être de la meilleure qualité possible (origine, pouvoir « méthanogène »⁴⁷...) : les effluents d'élevage sont moins méthanogènes que les déchets agroalimentaires, les déchets verts ou les graisses animales ;
- la valorisation optimale des produits (chaleur et électricité).

Les types d'installations

Unités industrielles de biométhanisation

Les unités industrielles de biométhanisation sont dimensionnées de manière à recevoir en général entre 40 000 et 100 000 tonnes de déchets par an.

Elles peuvent être créées à l'initiative d'un groupement de producteurs agricoles, d'industries agro-alimentaires ou d'une collectivité territoriale.

L'intérêt de ce type d'installations réside dans la diversité des déchets mobilisables. Déchets végétaux urbains des collectivités et des particuliers, déchets organiques des structures publiques (cantines, restaurants universitaires, hôpitaux...), biodéchets des particuliers (issus du tri sélectif) ainsi que les déchets organiques des industries agroalimentaires (graisses, carcasses, déchets de légumes...).

Unités de biométhanisation à la ferme

Deux modèles agricoles se distinguent :

- le modèle « semi-agricole » : l'unité valorise les déchets organiques locaux ; elle est gérée par un acteur agricole. Pour fonctionner, l'unité de biométhanisation doit être installée sur un secteur disposant d'un certain volume d'effluents d'élevage ou de déchets organiques. La difficulté réside dans la capacité à valoriser la chaleur produite. Au Danemark et en Suède, la chaleur produite est généralement valorisée dans un réseau de chauffage

⁴⁶ cf. en annexe 4 les tarifs d'achat.

⁴⁷ Méthanogène : qualité requise pour une méthanisation rapide et optimale de la matière organique, cette qualité variant suivant la nature des matières.

- urbain ou par une industrie proche de la ferme ;
- le modèle « petit-agricole » fait référence à des petites unités, installées à l'échelle de l'exploitation traitant les déchets internes à l'exploitation et parfois quelques déchets extérieurs (d'une autre exploitation agricole, des déchets verts locaux ou d'une petite industrie agro-alimentaire locale). Les investissements sont de l'ordre de 150 à 250 000 € et correspondent à une puissance électrique installée de l'ordre de 20 à 30 kW (et 30 à 50 kW thermique).

Potentiels de développement en région

Les gisements

Dans la région, le tissu industriel du secteur agro-alimentaire est assez important (276 établissements dont Roquette, Bonduelle, Herta, Jean Caby, Mc Cain, etc., 8% du chiffre national et 7% des effectifs nationaux⁴⁸).

L'élevage est une activité bien implantée dans le territoire (3,5% du cheptel bovin national, 3,6% du cheptel porcin national).

La collecte sélective des déchets ménagers est en voie de généralisation avec encore des potentiels intéressants à capter. En 2002, environ 236 000 tonnes de déchets verts et de biodéchets ont été récoltées en région (50% de la population était alors desservie par une collecte sélective)⁴⁹.

L'importance de la population régionale laisse présager un gisement important. Chaque habitant produit chaque année environ 130 kg de déchets putrescibles⁵⁰. A l'échelle de la région, cela représente un gisement d'environ 500 000 tonnes.

Le potentiel

Sur la base de l'étude menée par le bureau Solagro sur le potentiel français, le Centre de développement des éco-entreprises et des éco-matériaux (CD2E)⁵¹ estime que la région peut se doter des équipements suivants :

- une vingtaine d'unités de type industriel ;
- une trentaine d'unités de méthanisation urbaines de taille moyenne ;
- une trentaine d'unités de méthanisation à la ferme de taille modeste (jusqu'à 2000 tonnes de déchets par an).

En prenant une hypothèse basse, l'ensemble de ces unités permettrait d'apporter sous forme de chaleur et d'électricité environ 1800 GWh/an. Ce chiffre ne prend pas en compte les cultures spécifiques (cultures énergétiques destinées uniquement à la méthanisation) telles que pratiquées actuellement en Allemagne.

Environnement : le biogaz légitime- t-il l'élevage intensif ?

Le biogaz est une énergie renouvelable. Mais, comme pour toutes solutions techniques même environnementales, son développement doit être limité en fonction de sa capacité à entrer dans les cycles naturels. La nature doit être en capacité d'en absorber les éventuels impacts négatifs.

En assurant le prétraitement aval des effluents animaux, le biogaz ne peut-il avoir comme effet pervers de légitimer voire soutenir la filière agroalimentaire productiviste (porcine notamment) ? Une généralisation excessive des unités de biométhanisation ne pourrait-elle pas en ce cas être source d'autres problèmes environnementaux (pollution des nappes par nitrates, risques sanitaires dus à l'usage d'antibiotiques, mal-être animal...) ?

Biogaz et agriculture non productiviste (ou « durable ») peuvent être toutefois compatibles. Pour l'anecdote, on peut rappeler qu'à l'abbaye du Mont des Cats, vers les années 1940-60 une centrale de production de biogaz fonctionnait à partir du fumier des vaches.

Le développement du biogaz sera donc soutenu dans un contexte de développement de l'agriculture biologique.

⁴⁸ SESSI, 2002, *L'industrie dans les régions*, pp.17 et 32.

⁴⁹ OVAM NPdC, 2002 – Atlas de la valorisation Matière Nord-Pas de Calais.

⁵⁰ ADEME, avril 2000 – Déchets municipaux : les chiffres clés, page 5.

⁵¹ CD2E - Tristan Debuigne - Panorama de la filière biomasse-énergie en NPdC - 2007-08 from solagro 1999

Exemples en Europe et en région

Ailleurs en Europe

Selon les pays, le biogaz s'est développé de manières très différentes. On trouve au Danemark par exemple de nombreuses unités de méthanisation industrielles pouvant traiter 50 000 ou 100 000 tonnes de déchets et d'effluents par an.

En Allemagne, grâce à un prix d'achat incitatif (entre 18 et 21 c€/kWh d'électricité), environ 4000 unités de méthanisation à la ferme ont vu le jour ces cinq dernières années.

En région

Souvent assimilée dans les statistiques à l'incinération, le biogaz est produit dans la région⁵² :

- à partir des stations d'épuration des eaux comme à Marquette-lez-Lille, qui produit annuellement 4380 MWh d'électricité, 3854 MWh de chaleur et substitue 1868 MWh de carburant diesel, pour un tonnage évité de gaz à effet de serre de 2128 tCO₂/an. D'autres stations d'épuration (en tout une vingtaine) recyclent le biogaz comme à Armentières (société Interbrew), à Mons-en-Baroeul (Heineken), à Harnes et à Béthune (Mac-Cain).
- à partir des décharges, à Hersin Coupigny (62) et à Blaringhem (59). Ces deux décharges qui économisent l'émission de 26 000 tonnes de CO₂. En cours de réalisation, on trouve également l'installation de Onyx à Leforest, pour une capacité de production électrique supérieure à 1 MW.
- à partir des déchets urbains organiques. L'usine de biométhanisation de Calais traitera 28 000 tonnes d'agrodéchets par an, pour un bassin de population de 150 000 habitants, avec pour objectif de fabriquer de l'électricité à partir du méthane produit. Le Centre de Valorisation Organique (C.V.O.) de Sequedin, développé par Lille métropole communauté urbaine, traite 100 000 tonnes de déchets organiques par an pour alimenter une flotte de 100 bus au biogaz. Cette unité produit en sus du compost.

Pour ce qui est des unités de méthanisation à la ferme, il n'en existe aucune en région, et ce malgré la réelle présence d'élevage dans la région.

⁵² Conseil économique et social régional (Cesr), 2006, *La place des énergies renouvelables en Nord-Pas de Calais*, 55 pages.

Le bois énergie

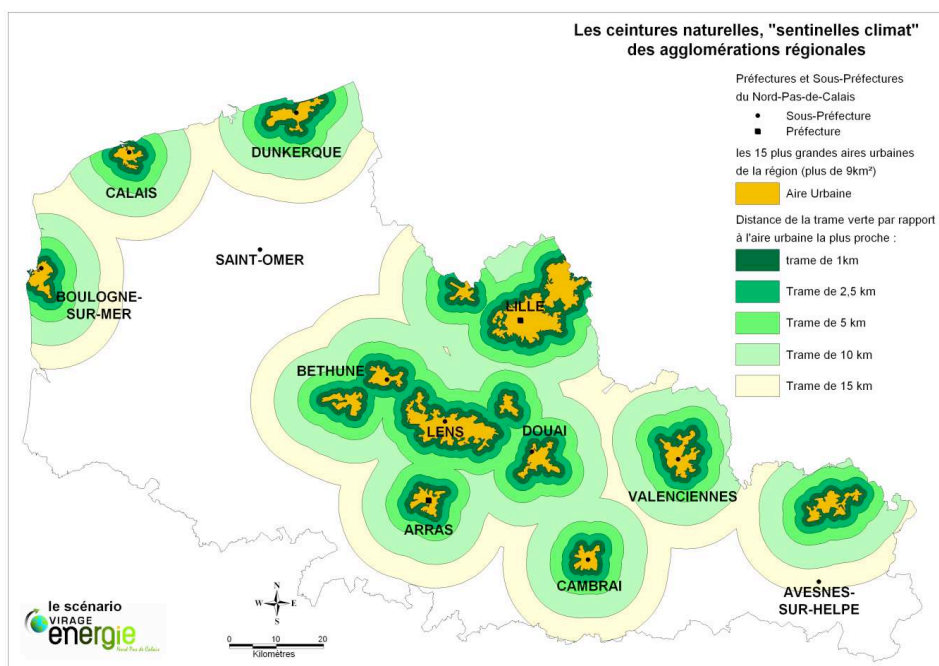
La synthèse

| Potentiel ultime | Choix retenu pour Virage | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|
| | 2030 | 2050 |
| Utilisation maximale de l'ensemble des ressources en bois de la région (forêts, bocage, connexes de l'industrie du bois, bois déchets industriels banals, ...) | 6 700 GWh | 10 150 GWh |
| Les mesures phares à lancer | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Plan d'adaptation au dérèglement climatique : <ul style="list-style-type: none"> - plantation de 80 000 km de haies écologiquement pertinentes et énergétiquement efficaces dans les 30 ans à venir (en plus des 17 000 km de haies existantes). Soit un total à atteindre, d'ici 2050, de près de 100 000km de haies. - développement qualitatif des 17 000 km de haies existantes. 2. Développer les cultures énergétiques à des fins de chauffage à hauteur de 5% de la surface agricole. 3. Création de 3 plates-formes de production et de distribution de plaquettes de bois dans la région. | | |
| Détails | | |
| <p>1. Plan d'adaptation au dérèglement climatique : plantation de 80 000 km de haies et création de ceintures vertes autour des 15 principales agglomérations</p> <p>Ce programme sera traité comme une priorité régionale de la politique de lutte contre le dérèglement climatique.</p> <p>Des ceintures vertes sont systématiquement créées autour des 15 principales agglomérations de la région⁵³. Toute urbanisation ne pourra les dépasser. Outre leur usage de loisirs, ces ceintures naturelles auront trois fonctions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - gisement de bois énergie : un objectif réaliste est d'aboutir à près de 80 000 km de haies d'ici 2015, la région disposant aujourd'hui de 17 000 (dont 7000 km de haies d'arbres). Cela placerait la région au niveau du département de la Manche (80 000 km) et bien en dessous de la Basse – Normandie (250 000 km). Ces haies seront composées très majoritairement d'essences locales, avec une part d'essences extérieures pour l'adaptation des linéaires aux températures plus élevées à venir. - espaces agricoles biologiques. L'activité agricole y sera développée, sous couvert du respect d'un cahier des charges d'agriculture biologique strict, à l'instar des réglementations en cours dans la région de la source d'eau de Vichy. L'intérêt est triple : assurer l'entretien de ces ceintures vertes, protéger de toute pollution la ressource en eau des agglomérations et assurer l'approvisionnement alimentaire local des villes de la région dans un contexte de renchérissement des coûts du transport ; - réserves de biodiversité. La biodiversité sera essentielle pour s'adapter au mieux au dérèglement climatique à venir (diversité d'essences végétaux notamment). Elle le sera aussi pour garantir les rendements de production agricole biologique dont le développement sera nécessaire dans l'objectif du facteur 4. Ces ceintures seront reliées entre elles par des corridors écologiques. | | |

⁵³ Boulogne sur mer, Calais, Dunkerque, Lille-Villeneuve d'Acscq, Roubauix-Tourcoing, Béthune, Lens, Douai, Arras, Valenciennes, Cambrai, Armentières, Maubeuge-Aulnoye-Aymerie, Bruay-la buissière, Oignies-Libercourt.

| | |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Création d'un établissement public foncier dédié à la création de ces ceintures naturelles</p> <p>Cet établissement public foncier aura en charge la création, l'aménagement et le suivi de ces espaces, à l'instar des établissements publics fonciers existants pour la reconversion des friches industrielles. Pour assurer l'efficacité du programme dans la durée, des crédits dépassant le cadre annuel ou quinquennal seront réservés. Afin de s'assurer de la cohérence entre cette politique agricole et les projets d'urbanisation, un outil de suivi et d'évaluation permanente devra être mis en place et bénéficier de crédits pérennes de fonctionnement.</p> |
| | <p>2. Développer les cultures énergétiques à hauteur de 5% de la surface agricole</p> <p>En outre, avec l'augmentation en cours et inéluctable du prix de l'énergie fossile, il pourra être à l'avenir économiquement plus rentable pour la région de produire du bois - énergie que de la viande.</p> <p>3. Création de trois plates-formes de recyclage et de distribution du bois</p> <p>Ce déploiement, qui structurera la filière, se réalisera à l'échelle du Nord-Pas de Calais et de la Picardie.</p> |
| <p>Les autres actions</p> | |
| <p>Région</p> | <p>Communication auprès des particuliers, des collectivités et des industriels. Former des professionnels et labelliser les pratiques pour une garantie de qualité.</p> |
| <p>Estimation des emplois créés</p> | <p>1 emploi par MW installé⁵⁴, soit environ 2 000 emplois dans la région en 2050.</p> |

Figure 6 : Les 15 ceintures vertes de la région Nord- Pas de Calais



⁵⁴ www.abibois.fr – Les atouts du bois-énergie. Inclus les emplois liés à la production et la livraison du combustible ainsi que ceux induits par la gestion et la maintenance des appareils de chauffage.

Le détail – Le bois énergie

Le bois-énergie recouvre le bois issu de la forêt, de l'élagage d'alignements ou de haies, de déchets de l'industrie ou de la construction.

Le potentiel

Une région productive

Mais dotée d'une faible surface forestière

Du point de vue de la géographie physique, la région Nord Pas-de-Calais a un climat océanique propice à la production de bois forêt⁵⁵. Mais la surface forestière régionale est réduite (6% soit environ 90 000 hectares de forêt) en comparaison à la moyenne française (27%). Il s'agit aujourd'hui, comme dans toutes les forêts françaises, d'optimiser l'exploitation de ces massifs. Avec l'augmentation du prix des énergies fossiles, des ressources forestières supplémentaires (rémanents en particulier) vont pouvoir être mobilisées et valorisées de manière rentable, en veillant à en assurer une gestion écologique la plus équilibrée possible.

Dans une région si fortement marquée par l'activité agricole, le raisonnement sur les politiques à mettre en œuvre ne peut donc pas être séparé d'une discussion sur l'utilisation des territoires. Les propositions de politiques de valorisation de la biomasse associeront tous ces facteurs pour aboutir à un potentiel de long terme réaliste.

Cependant, les tendances d'occupation du sol sont en faveur des forêts, en effet, leur surface ne cesse d'augmenter, comme le montre le tableau ci-après.

Tableau 2 - Occupation passée, actuelle et envisagée des sols en région Nord - Pas de Calais (en km²)

| Catégorie | Historique | | | | Prospective | | | |
|---------------------------------|------------|-------|--------------|-------|------------------|----------------|------------------|----------------|
| | 1970 | 1988 | 2003 | 2020 | 2030 tendance | 2030 Virage | 2050 tendance | 2050 Virage |
| Superficie agricole utilisée | 9800 | 9330 | 8530 | 8000 | 7600 | 7830 | 6800 | 7500 |
| Peupleraies, bois et forêts | 950 | 1010 | 1170 | 1350 | 1500 | 1410 | 1800 | 1530 |
| Territoire non agricole | 1600 | 2080 | 2660 | 3100 | 3370 | 3180 | 3900 | 3330 |
| Territoire agricole non cultivé | 90 | 40 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Superficie totale | 12450 | 12450 | 12450 | 12450 | 12450 | 12450 | 12450 | 12450 |

* contient également les cultures de bois énergie

Sources : Agreste, Ministère de l'Agriculture. L'évolution tendancielle est une extrapolation de la période 1970 – 2003.

Dans le tableau, deux scénarios d'utilisation des sols sont proposés à l'horizon 2030 et 2050 :

- le scénario tendanciel présente un étalement urbain et un développement des forêts toujours croissant (2030 et 2050 « tendance ») ;
- le scénario Virage-énergie implique lui un réel ralentissement de l'étalement urbain⁵⁶, une croissance limitée des zones forestières et un quasi maintien des zones agricoles à partir de 2030.

Les enjeux

Valoriser la ressource existante

Il s'agit en premier lieu d'optimiser la valorisation de la ressource existante :

- *valorisation des rémanents forestiers*, pour l'instant laissés en forêt mais qui pourraient être valorisés par broyage en plaquette forestière, tout en respectant les besoins de régénération forestière.
- *mise en gestion de l'ensemble des massifs forestiers* de la région et mutualisation de l'exploitation des massifs forestiers privés peu étendus.
- *transformation du bois issu de l'entretien des haies en plaquettes*.
- *recupération et recyclage des déchets de bois*. Le gisement est faible mais il convient de structurer la filière pour anticiper au mieux la rentabilité à venir du bois recyclé. D'autres avantages justifient d'agir en ce sens : emplois, réduction du traitement des

⁵⁵ La forêt tempérée océanique, que l'on trouve par exemple sur l'île de Vancouver au Canada, est une des plus productive au monde.

⁵⁶ Cf. à ce sujet le chapitre Ville et mobilité

déchets en décharge ou en incinération, économies de matières....

- *épuration des eaux usées par la plantation de saules ou de macrophytes.* Une expérience a été menée en ce sens à Orchies (59) pour l'épuration des effluents de l'usine SA Leroux. Les saules y produisent près de neuf tonnes de matière sèche (t MS) par an et par hectare. Ces rendements peuvent même monter à 12 voire 19 t MS⁵⁷.

Cette valorisation de la ressource existante nécessite, à court terme, la création de plusieurs plates-formes de recyclage et distribution du bois en région. Au regard des dynamiques lancées par les Parcs Naturels Régionaux de la région et également de certains pays (comme le Pays des 7 Vallées), il semble déjà aujourd'hui pertinent de mettre en place une plate-forme locale « bois-énergie » sur ces territoires.

Créer une nouvelle ressource de bois, dans le contexte agricole régional

En créant du bocage et des ceintures naturelles autour des agglomérations

Pour faire face à la pénurie à venir des ressources fossiles et à leur prix croissant, et pour éviter de trop recourir à l'importation, une ressource supplémentaire en biomasse pour le chauffage en région s'avérera utile.

La ressource de biomasse supplémentaire prendra en compte le profil agricole régional pour une évolution la plus adaptée possible. La création de la ressource de biomasse supplémentaire se fait à deux niveaux :

1. *La transformation nécessaire des paysages pour faire face au changement climatique, par la création de bocages et de ceintures naturelles autour des agglomérations.*

Un maillage plus serré des champs permettra de limiter les effets des dérèglements inhérents au climat annoncés par les modèles : alternance de sécheresses et de pluies excessives, tempêtes dévastant des récoltes espérées...

Un tel choix n'est pas dicté par la rentabilité de court terme mais par un souci collectif de protection. Cette création d'un paysage plus proche de la Haute Normandie pourrait représenter une plantation de l'ordre de 80 000 km de haies, soit un total en 2050 de 100000 km de haies. Cependant, cela devra être fait en collaboration avec les usagers de ces territoires et en particulier les agriculteurs et les paysans afin que cette adaptation du paysage puisse également être bénéfique à leurs activités économiques (valorisation énergétique des haies, maintien des rendements, gêne minimale pour les machines agricoles...).

En se basant sur des récoltes décennales sur ces arbres, le bois récolté en plaquette atteint 12 m³ de plaquettes sèches par kilomètre linéaire et par an, soit 1 200 000 m³ ou encore 400 000 tonnes de bois sec (soit encore 1400 GWh/an d'énergie finale pour l'ensemble de la région⁵⁸).

2. *La plantation de forêts et de cultures énergétiques de bois sur 5% de la surface agricole régionale actuelle*

En développant les cultures de bois énergétiques sur de nouvelles surfaces à hauteur de 5%

La surface agricole régionale n'est pas extensible. Le scénario Virage-énergie prévoit tout de même que les surfaces sont suffisantes pour assurer les productions alimentaires et certaines productions énergétiques. Un développement des cultures énergétiques relativement modeste, correspondant à 5% de la surface agricole utile (SAU), est d'ailleurs envisagé (35 000 ha).

Cette voie est possible si le mode de vie évolue selon les priorités que l'on se fixera à l'avenir. Entre besoins de chauffage et habitudes d'alimentation, nous proposons de répondre à deux priorités :

- Les productions régionales alimentaires directes végétales (maraîchage, blé, autres céréales pour l'alimentation humaine) sont maintenues pour répondre aux besoins alimentaires fondamentaux voire augmentées afin de maintenir les stocks et de maintenir notre autonomie.
- La voie est ouverte vers une alimentation basée davantage sur les protéines végétales et dans une proportion moindre sur les protéines animales. Ces dernières étant aujourd'hui surconsommées par rapport à nos réels besoins. A noter que cette tendance - réclamée par les nutritionnistes - est déjà à l'œuvre même dans

⁵⁷ TTCR de Saule, ADEME, Etude Agrice 1998

⁵⁸ Selon Biomasse Normandie, dans nos régions les coupes moyennes des forêts produisent 6 mètres cubes de bois fort par hectare et par an auxquels s'ajoutent des bois annexes qui peuvent être exploités sous forme de plaquettes, soit environ 1,5 tonnes de matière sèche.

l'alimentation la plus classique, comme le prouve l'introduction récente des hamburgers au soja dans la principale chaîne régionale de fast-food !.

Sur cette base, les 5% de surfaces agricoles dont on peut envisager la conversion en biomasse-énergie sont celles dédiées aujourd'hui à la production de protéines animales. On pourrait même envisager plus lorsque l'on sait qu'en France 82% des surfaces agricoles sont consacrées à la production de viande et de lait⁵⁹.

Avec des rendements d'environ 15 tonnes de matière sèche à l'hectare et sur 35 000 ha la biomasse agricole produite à des fins énergétiques (en plus des pailles qui ont leur filière de valorisation propre) pourrait atteindre des quantités dépassant le million de tonne annuellement, soit potentiellement plus de 2 800 GWh/an.

Programme d'importation de bois par péniches et par bateaux

Le reste du bois à mobiliser dans le scénario Virage-énergie est importé d'autres régions françaises et européennes comme les Ardennes. Pour l'impact sur le climat, un programme d'importation via des péniches ou des bateaux peut être mis en place.

Comment structurer la filière en région

Les politiques locales peuvent viser à garantir la mobilisation et l'exploitation de la ressource, par diverses actions :

- Le renforcement d'acteurs de mise en réseau tels Nord-Picardie-Bois ;
- Mise à disposition des ressources forestières publiques (communales, départementales, domaniales...) à des fins énergétiques ;
- La réalisation de projets consommateurs pilotes qui permettent à la filière de se mettre en place de manière significative et de rentabiliser les premiers investissements ;
- La mise en place de contrats d'approvisionnement pour chaque projet de valorisation de la biomasse. Ce contrat fixe un cahier des charges concernant les caractéristiques du combustible, son prix, les volumes de livraison, la durée du contrat... Les producteurs ont la possibilité de réaliser les investissements nécessaires (souvent conséquents) à la production car ils ont l'assurance d'avoir un débouché rentable et durable de leur production.

Concernant les capacités de transformation et des transports, les politiques publiques peuvent intervenir par des aides financières pour structurer la filière, en aidant à l'investissement de matériels :

- *pour le producteur.* La récolte de la ressource, le transport et le stockage nécessitent des investissements importants tels des ensileuses, des broyeurs, des camions bennes, des plates-formes, des bâtiments de stockage et camions souffleurs... Ces investissements peuvent être subventionnés ou mutualisés par un système de prêts géré par les collectivités territoriales,
- *pour le particulier.* L'installation de matériels capables d'utiliser la biomasse pour le chauffage fait appel à des technologies plus coûteuses car moins développées et plus récentes. Les coûts supplémentaires sont actuellement déjà réduits par les crédits d'impôts. Ces crédits d'impôts peuvent atteindre pour les particuliers 50% du coût du matériel (chaudières et poêles).

La qualification des professionnels est une condition *sine qua non* de la réussite d'une telle politique économique. Cela passe par :

- la formation des chauffagistes installateurs de chaudière biomasse,
- la mise en place d'une certification, d'une « charte qualité », d'une « charte client » (qui renforce la légitimité de la filière) à l'instar de la certification de service qu'a mis en place Fibois 07-26 pour les fournisseurs de bois,
- la proposition d'aide à la réalisation de diagnostic énergétique permettant à des collectivités, entreprises et particuliers de mieux appréhender les démarches possibles et leur intérêt.

⁵⁹ Les conditions d'une production de biomasse écologique, C.Couturier et P.Pointereau, 5 pages, Octobre 2006

Les agrocarburants

La synthèse

| Potentiel ultime | | Choix retenu pour Virage | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------|
| | | 2020 | 2050 |
| Autosuffisance du secteur agricole | 10% de la surface agricole utile | 230 GWh | 800 GWh (69 Ktep) |
| Les mesures phares à lancer | | | |
| Huiles végétales pures : <ul style="list-style-type: none"> - aides aux investissements pour l'achat de matériel de production (presse à huile et filtre principalement) pour l'autoproduction des carburants propres à l'exploitation. - instauration de contreparties « agro-environnementales » demandées à l'agriculteur (optimisation de ses consommations énergétiques, plantation de haies ...). - Soutien des agriculteurs dans l'évolution de leur pratique d'alimentation de leur élevage. Huiles usagées : <ul style="list-style-type: none"> - aide à la structuration de la filière par la mise à disposition des déchets gras des collectivités ; ceci, grâce à la sensibilisation de l'ensemble des acteurs (acteurs industriels, les acteurs publics et les entreprises de restauration collective) sur l'intérêt de recycler leurs déchets gras et huiles usagées. Mise en place d'un moratoire sur les agrocarburants de la filière longue (biodiésel, biométhanol). | | | |
| Les autres actions | | | |
| Etat / Europe | <ul style="list-style-type: none"> - révision des objectifs d'incorporation des agrocarburants de première génération (biodiésel, biométhanol) . - arrêt du développement des surfaces agricoles dédiées à ce marché. | | |

Le détail – Les agrocarburants

Un peu de sémantique ...

Partout dans les médias on nomme ces carburants verts « biocarburants », mais ce préfixe « bio » ne correspond nullement à une référence à l'agriculture biologique. Ces carburants sont et seront issus de l'agriculture la plus conventionnelle (avec intrants, pesticides, voire OGM). A l'instar d'une part croissante des publications à ce sujet, le terme d'« agrocarburant » sera ici utilisé.

Le potentiel

Potentiel d'autonomie régionale par les agrocarburants ?

Si toute la surface agricole de la région consacrée actuellement aux céréales, aux oléagineux, betteraves et pommes de terre était plantée d'agrocarburants, et malgré les incertitudes, la région serait encore éloignée de l'autosuffisance pour ses usages en carburant (*cf.* tableau 3).

La question de la production d'agrocarburants reste une question pointue qui ne risque pas d'être résolue avec les technologies de culture, de production et de consommation actuelles. Les perspectives de développement sont aujourd'hui trop floues pour déterminer de manière précise le potentiel régional de production d'agrocarburants.

Sur cette base, la part des agrocarburants dans le scénario Virage-énergie est négligeable et se réduit à des consommations de l'agriculture elle-même. Comme le montrent les problématiques qui pèsent sur cette technologie (soulevées ci-après), ce n'est pas cette voie qui mènera la région à la division par 4 de nos émissions de CO₂, même partiellement...

Les solutions sont ailleurs, c'est-à-dire dans les autres filières énergétiques présentées dans ce chapitre. Elles sont aussi et surtout liées à des politiques véritablement alternatives aux niveaux de l'industrie, du bâtiment, de l'aménagement du territoire et de l'agriculture. Ces derniers niveaux font l'objet des autres chapitres du scénario Virage-énergie.

Tableau 3 : Energie potentielle des agrocarburants sur la surface cultivée totale de la région (612 000 ha)

| Potentiel d'énergie | Energie ktep) | | Consommation régionale substituée |
|-------------------------------|----------------------|---------------|-----------------------------------|
| | Energie nette à l'ha | Energie nette | |
| En colza / tournesol en huile | 0,65 | 398 | 15% |
| En colza / tournesol en EMVH | 0,67 | 410 | 15% |
| En betterave | 0,73 | 447 | 16% |
| En blé | 0,42 | 257 | 9% |

Réalisation : Virage-énergie Nord-Pas de Calais, 2007, d'après Eden, Insee

L'efficacité énergétique des agrocarburants de première génération

Les agrocarburants se structurent en deux filières :

- une filière industrielle dite « longue » de première génération dont on peut distinguer deux modes de productions. Le biodiesel est un agrocarburant industriel issu de plantes oléagineuses telles colza et tournesol dans nos régions (ou du maïs, du jatropha ou de la palme dans d'autres régions du globe) ; il se substitue au gazole. Le bioéthanol est quant à lui, obtenu à partir des sucres provenant de la betterave et du blé dans nos régions (ou de canne à sucre dans les régions tropicales), il se substitue à l'essence ;
- une filière dite « courte » et artisanale dont le produit est l'huile végétale « brute ». Elle est obtenue par pressage, décantation et filtration. Elle est directement utilisable dans les moteurs diesel non HDI. L'huile végétale recyclée usagée provenant de la restauration est également considérée comme issue de la filière courte.

Les acteurs de la filière industrielle sont des pétroliers, des sucriers, des industries de la chimie ou d'importantes coopératives agricoles. La filière courte mobilise les agriculteurs et les acteurs de la valorisation d'huiles usagées.

Efficacité énergétique

Le rendement énergétique global des agrocarburants, est le rapport entre l'énergie obtenue et l'énergie qu'il a fallu mobiliser dans sa production et son acheminement pour l'obtenir. Par exemple, si pour obtenir 5 litres d'agrocarburant il a fallu en consommer 2 litres directement (tracteur dans les champs) et indirectement (engrais, pesticides...), l'efficacité énergétique est de $5/2 = 2,5$.

En 2002, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) associée au bureau *PriceWaterHouseCoopers*⁶⁰ a réalisé une étude sur les filières de productions des agrocarburants. Cette étude a été mise à jour par EDEN (Energie Durable en Normandie⁶¹) en 2006. Elle démontre le faible rendement énergétique de ces filières et leur faible contribution à la réduction des émissions des gaz à effet de serre.

⁶⁰ PriceWaterHouseCoopers pour ADEME/DIREM, 2002, *Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de agrocarburants en France*, synthèse, décembre, 19 pages.

⁶¹ Sadones P, Energie Durable en Normandie (EDEN), 2006, *Les Agrocarburants*, synthèse, 11 pages.

Ci-dessous, le tableau récapitulatif de l'efficacité énergétique des différentes filières :

Tableau 4 - Efficacité énergétique des différentes filières

| Agrocarburant | Production brute par hectare | Efficacité énergétique nette | | Emissions de CO2 (en g.eq.CO2/MJ) | |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | | Hypothèses EDEN | Hypothèse ADEME-DIREM | Hypothèses EDEN | Hypothèse ADEME-DIREM |
| Ethanol de canne à sucre (via Rotterdam) | 4727 kg/ha 5908 L/ha 2,72 TEP/ha | 5,82 | Non étudié | 21-24 | Non étudié |
| Ethanol de blé | 2550 kg/ha 3211 L/ha 0,42 TEP/ha* | 1,35 | 2,05 | 79-97 | 34 |
| Ethanol de betterave | 5780 kg /ha 7280 L/ha 0,73 TEP/ha* | 1,25 | 2,05 | 67-77 | 34 |
| Huile pure de colza ou de tournesol | 1000 kg/ha 1110 L/ha 0,65 TEP/ha* | 3,80 | Non étudié | 51-70 | Non étudié |
| Ester Méthylique d'Huile de Colza | 1370 kg /ha 1552 L/ha 0,67 TEP/ha* | 2,23 | 2,99 | 50-63 | 20-24 |

* en tenant compte de la valorisation du coproduit en alimentation animale

Problématiques liées aux agrocarburants industriels de première génération

Avantages annoncés

Les agrocarburants sont présentés comme solution à l'effet de serre par leur substitution aux carburants fossiles utilisés dans les transports, secteur énergivore en forte croissance.

Lors de la combustion de l'agrocarburant, le carbone qui est relâché a lui-même été préalablement absorbé par la plante de l'agrocarburant. Ce qui en donne un bilan carbone théoriquement nul. Cependant, de par les besoins énergétiques pour les cultures et pour la transformation industrielle, ce bilan carbone est régulièrement remis en cause.

Face à la fin inéluctable du pétrole abondant et à bon marché, et afin de préparer la pénurie à venir, les promoteurs des agrocarburants pensent y trouver aussi LA solution de remplacement du pétrole.

D'autres avantages indirects sont attendus : création d'emplois⁶², création de débouchés nouveaux pour nos produits agricoles et diminution de l'importation de soja (5,4 millions de tonnes par an, actuellement). Ces tourteaux de soja seraient remplacés par des coproduits de la fabrication d'éthanol et de diester.

Inconvénients annoncés

Cette filière de production comporte différentes faiblesses aussi bien au niveau agricole, qu'écologique, fiscal et énergétique :

Un rendement énergétique faible

A l'exception de l'huile végétale brute de colza (filière courte), tous ces produits nécessitent, pour leur élaboration, un passage dans une usine spécialisée. Ces usines sont d'autant plus rentables que leur taille est importante. Leur rayon de chalandise est donc élevé, ce qui implique des coûts de transports et de processus industriels importants qui réduisent alors la rentabilité du système.

A l'évidence, l'éthanol de maïs est à proscrire absolument de par son très faible efficacité énergétique. Les éthanol auraient une meilleure efficacité énergétique si les résidus de culture (collets et feuilles de betterave, ...) étaient méthanisés (biogaz)⁶³. Ce n'est pas à l'ordre du jour des projets en cours.

Aspects environnementaux

Pollutions issues de l'activité agricole

La culture des agrocarburants implique un mode cultural identique à celui des « grandes cultures » telles les céréales. Par l'emploi de pesticides et d'intrants, ces cultures sont à l'origine de pollutions des nappes phréatiques et de l'air.

Dans un scénario comme Virage-énergie, le recours aux pesticides et aux intrants

⁶² Le « Plan Villepin » prévoyait la création de 24 000 emplois d'ici 2010 en remplaçant 7% des carburants d'origine fossile par des agrocarburants.

⁶³ RAC-F, 2006/05 – Les agrocarburants (note de 4 pages).

Les agrocarburants aggraverait l'effet de serre.

de synthèse, puissants émetteurs de gaz à effet de serre, n'est pas envisagé. Ceci rend d'autant moins pertinente la possibilité de produire de tels agrocarburants.

Mais il convient aussi de s'interroger sur le bilan global de chaque filière au regard de sa contribution ou non à l'effet de serre.

Selon le lauréat du prix Nobel de chimie de 1995 Paul Crutzen, le développement des agrocarburants pourrait considérablement aggraver le changement climatique en cours⁶⁴. Selon les calculs de ce scientifique et de son équipe (Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz, Allemagne), cosignés par une équipe internationale de chercheurs et publiés dans la revue *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, la production d'un litre de carburant issu de l'agriculture peut contribuer jusqu'à deux fois plus à l'effet de serre que la combustion de la même quantité de combustible fossile.

Même si le constat peut sembler paradoxal, il s'explique par les émissions de protoxyde d'azote (N₂O) dues à l'agriculture intensive employée pour produire ces agrocarburants. A quantité égale, ce gaz contribue 296 fois plus à l'effet de serre que le dioxyde de carbone (CO₂).

Une part des engrais azotés utilisés pour augmenter les rendements est en effet dégradée – par les sols, en particulier – en N₂O.

Le Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Evolution du Climat (Giec) estime, dans son dernier rapport, le « taux de conversion » de l'azote des fertilisants en protoxyde d'azote à environ 1 %, c'est à dire que 1% de l'azote contenu dans les engrais se dégage sous forme de protoxyde d'azote. Selon M. Crutzen et ses coauteurs, ce taux est plus vraisemblablement situé entre 3 % et 5 %. Cette différence change la donne. Surtout pour les plantes dont la croissance exige de grandes quantités d'azote.

Avec un tel « taux de conversion », la combustion de biodiesel issu du colza (80 % de la production européenne de cet agrocarburant) contribue ainsi 1 à 1,7 fois plus au réchauffement que l'utilisation d'une énergie fossile en quantité équivalente. Ce même coefficient est compris entre 1,3 et 2,1 pour le bioéthanol issu du blé et entre 0,9 et 1,5 pour celui issu du maïs. La seule culture dont l'utilisation sous forme de combustible est, selon les estimations des chercheurs, bénéfique au regard du changement climatique, est la canne à sucre, dont le coefficient est toujours inférieur à 1 (compris entre 0,5 et 0,9).

Des marges d'erreurs importantes dans les calculs ne sont pas aujourd'hui exclues. Mais les doutes émis justifient, outre les recherches scientifiques à mener en ce sens, la plus grande prudence sur les agrocarburants et leur effet annoncé bénéfique.

Surfaces agricoles nécessaires et sécurité alimentaire

Dans un récent rapport, l'Organisation pour la coopération et le développement économique (OCDE) mettait en effet en garde contre certains dangers inhérents au développement des agrocarburants : risques de pénurie alimentaire, d'érosion de la biodiversité en raison de la reconversion de sols en surfaces cultivées, etc. Le rapport concluait que « *la capacité des agrocarburants à couvrir une part importante des besoins énergétiques des transports sans nuire aux prix alimentaires ou à l'environnement est très limitée* ».⁶⁵

Par exemple, si en 2010, nous souhaitions atteindre les objectifs que s'est fixée la France en terme d'incorporation d'agrocarburant, soit 7%, nous devrions dédier entre environ 45 à 75% de la surface agricole utile de la région.

Un soutien public à la filière longue aujourd'hui injustifié

La production des agrocarburants est d'un coût élevé. Pour être viable, la culture et les unités de fabrication bénéficient de défiscalisations et de subventions. La défiscalisation pour l'éthanol s'élève à 0,33€/L et à 0,25€/L pour l'EMHV (Esters Méthyliques d'Huiles Végétales).

Au regard des objectifs d'incorporation au niveau national (3,2 Mt de biodiesel et 1 Mt d'éthanol) et si l'on se base sur le barème de défiscalisation de 2007, le soutien net de l'Etat s'élèverait environ à 1,3 milliards d'euros de défiscalisation⁶⁶.

Le soutien public à ces filières dont la valeur ajoutée énergétique est faible soulève de certaines critiques à la fois de la part de la société civile (ONG, associations de consommateurs⁶⁷) et des instituts de recherche scientifiques⁶⁸.

⁶⁴ Foucart S, 2007, « L'essor des agrocarburants pourrait aggraver le réchauffement climatique » in *Le Monde*, 25 septembre.

⁶⁵ Id.

⁶⁶ Sadones P, Energie Durable en Normandie (EDEN), 2006, *Les Agrocarburants*, synthèse, 11 pages.

⁶⁷ UFC – Que choisir, 2007, – Biocarburants, Analyse détaillée, 10 janvier, 18 pages.

Une culture non justifiée et peu adaptée aux traditions culturelles régionales

Les surfaces actuellement nécessaires à la production de ces agrocarburants sont importantes. Tenant compte de cette contrainte opter pour une culture d'agrocarburants dans le Nord-Pas de Calais, même *a minima*, serait au désavantage de la région.

Les exploitations de la région sont de taille modeste, loin des grandes exploitations céréalières. On retrouve souvent dans l'assolement des cultures à forte valeur ajoutée comme le pois, la pomme de terre, l'endive ou encore le haricot... Passer de cultures à fort besoin en main d'œuvre et à forte valeur ajoutée à des cultures à faible besoin en main d'œuvre et à faible valeur ajoutée ne semble ni adapté ni pertinent pour la région.

L'avenir aux agrocarburants de seconde génération ?

Certains espoirs sont placés dans les agrocarburants de deuxième génération. Ces nouveaux types de carburants offriraient des perspectives industrielles et environnementales intéressantes de par leurs rendements moins faibles que ceux actuellement produits.

Ces rendements sont, à ce jour, peu chiffrés ou ne sont pas confirmés à l'échelle industrielle. On ne peut donc déterminer la pertinence à terme de telles filières pour la région. Différentes technologies sont actuellement à l'étude :

- la voie « thermochimique » utilisant des procédés de gazéification,
- la voie « biochimique » qui se base sur l'utilisation soit de matière ligno-cellulosique (paille, bois...) ou sur la production d'algues spécialisées dans la production d'huile.

Ces perspectives de développement sont présentées plus en détail en annexe 1.

Les filières courtes : des dynamiques alternatives intéressantes

Les huiles végétales : solution pour l'autonomie énergétiques des exploitations agricoles

La filière dite « courte » aboutit à la production d'huiles végétales pures. Ce n'est pas non plus, une solution de substitution « universelle » aux carburants fossiles. Elle peut néanmoins s'avérer une solution pertinente dans le cas d'une autoconsommation par les producteurs agricoles.

L'efficacité énergétique globale des huiles pures est plus élevée que celle des agrocarburants de la filière longue :

- généralement destinées à des usages proches des lieux de production, elles impliquent peu ou pas de transport pour leur acheminement ; la production a lieu généralement sur l'exploitation. La valorisation de l'huile et des tourteaux (les co-produits de la trituration des graines) se fait également à proximité.
- la simplicité du procédé (artisanal) de fabrication demande là encore moins d'énergie et est donc plus efficace.

Malgré un rendement agricole assez faible⁶⁹ (1000 litres d'huile produite à hectare), l'efficacité énergétique est de 3,80⁷⁰. Ces filières réussissent à être quasi compétitives avec le fioul domestique utilisé comme carburant chez les agriculteurs.

Autonomie énergétique et alimentaire de la région

Depuis le 1^{er} janvier 2006 les agriculteurs peuvent utiliser l'huile végétale brute pour leurs besoins en carburant sur leurs exploitations.

Avec le prix de l'énergie qui augmente, favoriser l'autonomie énergétique des exploitations agricoles via l'auto-production d'huile végétale pure semble cohérent.

En outre, cette démarche est compatible avec un maintien des surfaces nécessaires à une sécurité alimentaire car l'autonomie en carburant au sein des exploitations agricoles implique de dédier environ 10% de sa surface aux cultures de colza (ou tournesol)⁷¹. Ce ratio permet de maintenir un niveau de production de cultures alimentaires suffisant. Néanmoins, nous soutenons cette dynamique en y incluant des préoccupations environnementales impliquant une agriculture limitant considérablement les intrants (voire une agriculture sans intrants)⁷².

⁶⁸ Institut National de la Recherche Agronomique, 2005, « L'ambivalence des filières Agrocarburants », in *INRA Sciences Sociales* n°2, décembre, 8 pages.

⁶⁹ équivalent de celui du biodiesel.

⁷⁰ Eden, 2006, op cit.

⁷¹ Vilain L., Réseau Agriculture France Nature Environnement, 2007, *Un plan de développement des bioénergies*, 4 pages.

⁷² Vaillant A, 2007, « Les agrocarburants » in *Bulletin de Nord Nature* numéro 128.

Des projets collectifs ont également vu le jour dans différentes régions françaises. Cette mutualisation des moyens a permis de gagner en échange, en lien social, en efficacité et en cohérence.

Dans le scénario Virage-énergie, en 2050 la production des 800 GWh (69 ktep) de carburant pour les agriculteurs nécessite environ 10%⁷³ de la surface agricole utile qui aura cours en 2050 (soit 9% de la SAU actuelle), en considérant les projections du tableau n°4.

Les huiles recyclées

Les huiles végétales recyclées

Valoriser un déchet en une nouvelle « matière première », c'est transformer une charge qui coûte à l'élimination, en une valeur ajoutée qui crée de l'emploi. L'huile végétale usagée une fois récupérée peut être filtrée pour être utilisée directement en carburant ou être transformée en biodiesel.

A différents endroits en Europe et en France, des filières de récupération et de valorisation des déchets gras se structurent peu à peu.

En région, la société Gecco expérimente la récupération de ces huiles et sa valorisation dans le cadre d'un programme de recherche mené avec le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS).

Pertinence écologique des filières courtes « huile carburant »

La filière courte huile végétale pure contribuerait en région de manière limitée à la réduction des émissions de CO₂ (potentiel de substitution de 70 ktep dans les tracteurs et les engins agricoles, soit approximativement 230 000 tonnes de CO₂ évitées par an). Elle permettrait en revanche de générer de nouveaux emplois, renforcerait la capacité de la région à l'autonomie alimentaire, réduirait les coûts de gestion des déchets. C'est ce choix qui est décrit dans le scénario Virage-énergie. A cela, on peut ajouter le potentiel des huiles végétales recyclées dont le potentiel reste à préciser.

Autres filières

Il existe deux autres filières à savoir la micro-hydraulique et la géothermie de surface. Parce que les potentiels régionaux les plus élevés se situent ailleurs (dans d'autres filières mais aussi dans d'autres choix politiques) et parce que ces deux techniques ne participent que marginalement au facteur 4, le scénario Virage-énergie ne les prend pas en compte.

Microhydraulique

La micro-hydraulique, du fait de la géographie régionale, représente un très faible potentiel. Les rivières ne manquent pas mais la région pêche par la faiblesse de son relief. Le problème de la région réside davantage dans l'évacuation de ses eaux trop lentes, voire de les pomper hors de ses plaines côtières, plutôt que de récupérer l'énergie de la gravité en descente.

Pompes à chaleur (PAC)

Peu efficaces en habitat, les pompes à chaleur sont surtout efficaces lors de consommations spécifiques : piscine, écologie industrielle... Le scénario Virage-énergie n'envisage leur soutien que pour ces derniers usages, en vue de la valorisation des chaleurs à basse température dans l'industrie.

Le scénario Virage-énergie prend en compte les consommations électriques des géothermies de surface des maisons neuves construites aujourd'hui. Elle disparaît dans les années progressivement au profit d'autres moyens de chauffage plus efficaces (réseaux de chaleur et bois notamment).

⁷³ Ce chiffre se base sur une productivité « non forcée » d'huile brute de 1000 litres/ha (Tableau). On trouve néanmoins des valeurs bien plus grandes de 1500 litres/ha (*L'ambivalence des filières biocarburants*, Sciences Sociales, INRA, Décembre 2005).

Estimation du nombre d'emplois créés par les énergies renouvelables

| | |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Méthode employée | <p>Actuellement le site électro-nucléaire de Gravelines emploie directement 1 680 personnes, celles-ci étant concentrées territorialement. S'engager dans le plan Virage-énergie, c'est ouvrir la voie à un système créant davantage d'emplois. Riches en contenu d'activités et valorisants, ces emplois concerneront de surcroît un large panel de métiers et de qualifications. Ils seront aussi répartis de manière diffuse sur l'ensemble du territoire de la région.</p> |
| Solaire photovoltaïque | <p>Le potentiel emplois du scénario Virage-énergie est basé sur l'étude de l'EPIA (<i>European Photovoltaic Industry Association</i>) de 2005⁷⁴ pour une capacité installée de 9500 MWc à l'horizon 2050.</p> <p>Les emplois en fonction de la puissance installée se répartissent ainsi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Production des panneaux : 33 emplois/MWc - Pose et commercialisation : 3-4 emplois/MWc - Recherche et développement : 1-2 emplois/MWc <p>Par ailleurs, le scénario s'étendant sur une période dépassant la durée de vie moyenne des capteurs, le renouvellement de ceux-ci après trente années d'utilisation a été pris en considération. De plus et contrairement à l'étude européenne de référence, il est considéré que l'augmentation des volumes produits entraîne de facto une baisse des prix unitaires ainsi qu'une amélioration de la productivité des usines. Dans le scénario Virage-énergie, l'amélioration de cette productivité est fixée à 3% par an et ce jusqu'en 2050.</p> |
| Solaire thermique | <p>Le potentiel des emplois générés par le développement de la filière solaire thermique a été évalué à partir des valeurs considérées pour les conversions en terme d'emploi issues de la Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières (DGEMP) et l'étude EuroObserver⁷⁵⁻⁷⁶ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3,1 emplois par 150 000 € d'activité (installation fabrication). Les trois quarts de la fabrication des installations étant réalisés en France ; - 1 emploi par tranche de 1000 tep en exploitation. <p>Pour comparaison, en Autriche en 2006, la filière « solaire thermique » représentait 6 500 emplois. Ces emplois sont à corriger aux 2,9 millions de m² de capteurs installés dans ce pays et à comparer aux 13 millions de m² installés en région Nord-Pas de Calais à l'horizon 2050 dans le scénario Virage-énergie. De même que pour la filière « solaire photovoltaïque », le scénario s'étendant sur une période dépassant la durée de vie moyenne des capteurs, le renouvellement des capteurs après trente années d'utilisation a été pris en considération.</p> |
| Eolien | <p>En 2006, la filière éolienne représentait respectivement 73 800 et 21 600 emplois en Allemagne et au Danemark. Selon le Syndicat des Énergies Renouvelables, la filière éolienne engendre⁷⁷ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pour la construction 1 emploi pour un investissement de 75000€, c'est à dire environ 16,5 emplois afin d'installer et construire 1 MW ; - le secteur de la maintenance représenté à ce jour un millier de salariés pour une puissance installée de 9 500 MW (soit environ 1 emploi pour 10 MW installés) ; - l'ensemble des métiers connexes représente 500 emplois pour 10 000 MW, soit environ 1 emploi pour 20 MW installés. |
| Biomasse (Bois-énergie) | <p>Le développement de la filière biomasse représente un gisement d'un emploi par MW installé⁷⁸. Ce gisement inclut les emplois liés à la production et la livraison du combustible ainsi que ceux induits par la gestion et la maintenance des appareils</p> |

⁷⁴ http://www.epia.org/fileadmin/EPIA_docs/publications/epia/EPIA_SG_IV_final.pdf

⁷⁵ www.enr.fr/DL/publications/etude_emplois.pdf

⁷⁶ <http://www.energies-renouvelables.org/>

⁷⁷ Op. cité

⁷⁸ www.abibois.fr – Les atouts du bois-énergie.

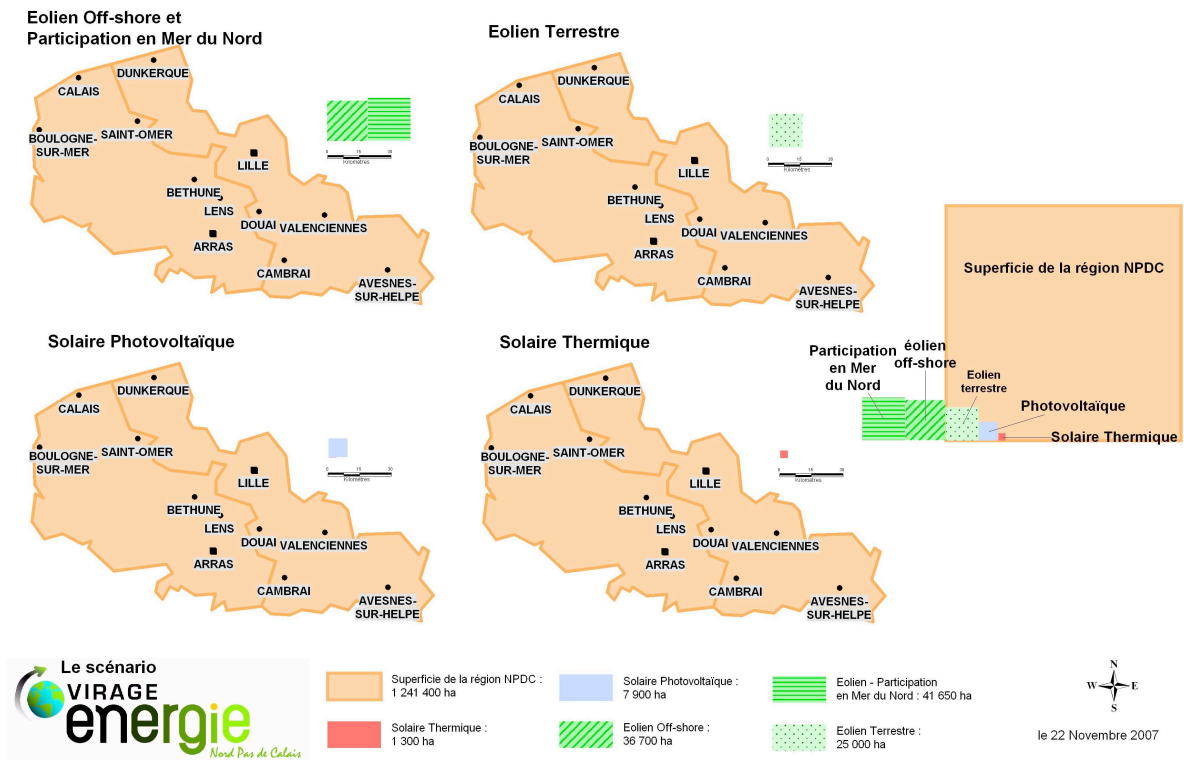
de chauffage.

Tableau 5 : Une estimation des emplois pérennes créés par le plan Virage-énergie

| | 2020 | 2050 |
|------------------------------|--------------|--------------|
| Eolien | 2000 | 4200 |
| Solaire photovoltaïque | 2600 | 7700 |
| Solaire Thermique | 5800 | 13900 |
| Bois énergie | 1000 | 2000 |
| Agences locales de l'énergie | 500 | 500 |
| Total | 11900 | 28300 |

Synthèse cartographique

Scénario Virage : choix retenus pour les énergies renouvelables à l'horizon 2050



Vers un système électrique décentralisé, diversifié, propre et sûr

La synthèse

| | |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Les enjeux | Faire progresser le réseau électrique régional vers une gestion décentralisée de la production de l'électricité. Assurer l'adéquation entre l'offre et la demande électrique. |
| Les facteurs de réussite | S'inspirer des expériences allemandes, danoises et espagnoles, pays qui mettent en œuvre, dès aujourd'hui, un système proche de celui que prévoit le scénario Virage-énergie à partir de 2020. |
| Les mesures phares à lancer | <ul style="list-style-type: none"> - Adapter les grilles tarifaires de l'électricité en fonction de la disponibilité du flux d'énergie solaire (c'est-à-dire de la météo) - Adapter le réseau électrique : investir dans des infrastructures de réseau à double sens. - Faire évoluer le service public de l'électricité pour qu'il se positionne comme l'acteur clé de l'échange d'électricité. |
| Les actions à lancer | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibiliser et former l'ensemble des acteurs à la gestion décentralisée de l'énergie électrique avec notamment une adaptation horaire de la demande en fonction des signaux tarifaires. - Lancer un programme de recherche national et européen sur les modes de stockage de l'énergie notamment électrique. |

Le détail - Vers un système électrique décentralisé, diversifié, propre et sûr

Ce chapitre s'inspire notamment des travaux publiés par l'association Global Chance et disponibles sur le site www.agora21.org.

1. Comment répondre à la demande les jours sans soleil et les nuits sans vent ? La question de l'adéquation entre production et consommation

A première vue, un problème ...

Le soleil inonde la région en permanence ; son énergie potentielle est toujours présente. Mais au gré de la météo (nuages, absence de vent ...), l'énergie produite à partir des éoliennes et des centrales solaires (photovoltaïque ou thermique) fluctue. Leur production peut donc être irrégulière à certaines périodes. Dans le même temps, la consommation électrique s'élève à un niveau continu minimal (niveau appelé « la base ») pour monter brusquement lors de courtes périodes (dites de « pointe »). Et ces dernières peuvent coïncider avec des périodes sans soleil ni vent...

Dans un scénario comme celui de Virage-énergie, basé surtout sur des productions intermittentes, comment dans ces conditions répondre à la demande d'électricité par exemple les jours sans vent ni soleil les fins de semaine, les soirées ... ?

... auquel répond le scénario Virage-énergie :

- le bouquet énergétique
- répartition géographique

Pour assurer l'adéquation entre la production d'électricité et la consommation, le scénario Virage intègre deux moyens efficaces et performants :

- le bouquet énergétique. Il s'agit de ne « pas mettre tous les œufs dans le même panier ». En multipliant les types d'énergies, on réduit l'intermittence de la production : une période sans soleil peut être fortement ventée. D'autre part, certaines énergies renouvelables sont de flux, c'est à dire qu'elles captent un flux instantané d'énergie (le vent, les rayons solaires), et d'autres permettent le stockage (biomasse, hydroélectricité). Dans le scénario Virage, l'utilisation de biomasse dans la production d'électricité (via la cogénération) assure donc également une part de production stable ;
- La répartition géographique des lieux de production d'énergies renouvelables de flux : l'ensoleillement et encore plus les vents ne sont pas les mêmes au même instant de la journée sur la région. En ayant une répartition dispersée

- des moyens de production, on s'assure, statistiquement, d'une production minimum continue. L'idée d'exploiter, en commun avec d'autres régions européennes, des éoliennes en mer du nord, au large des côtes anglaises permet de renforcer cette assurance ;
- **Interconnexion avec région voisine**
 - Même si l'idée est de viser au maximum l'autonomie énergétique, la région n'est pas en autarcie, le réseau électrique est interconnecté avec les régions et pays voisins permettant des échanges entre régions pour palier d'éventuels déficits de production. A cet effet, la surface du champ éolien que le scénario Virage-énergie considère au large des côtes anglaise intègre 20% de surcapacité qui n'est pas comptabilisé dans le bilan de production électrique de Virage-énergie. Cette surproduction exportée peut être vue comme une « monnaie d'échange » (ou « SWAP») contre l'importation à d'autres moments de l'année lors de déficit de production. C'est une sorte de mutualisation de la production d'énergie entre régions européennes ;
 - les solutions ne sont pas que du côté de la production, on peut également introduire une modulation de la consommation électrique pour s'adapter partiellement aux variations de la production électriques. Les consommateurs sont donc incités à moduler leur consommation en fonction de signaux envoyés par le producteur. Ces mesures concernent aussi bien les particuliers que les entreprises (ex : les cimenteries peuvent avoir une certaine flexibilité sur les périodes de production des ateliers de broyage). Voir partie 3 pour plus de détails ;
 - **le recours au gaz pour 5%**
 - le recours au gaz en heures de pointes. Les centrales à gaz à l'horizon 2050 assurent 5% de la production électrique (correspond à 400h de fonctionnement pleine puissance). Les centrales à gaz construites ou programmées aujourd'hui, en état de fonctionner et à haute performance, sont conservées. Même si on peut théoriquement alors s'en passer, elles apportent un second niveau de sécurité : elles donnent au réseau une capacité de réglage supplémentaire et compensent les productions intermittentes.

Le facteur 4 est atteint

Le gain est environnemental. Le bouquet énergétique électrique est à plus de 90% d'origine renouvelable. Ceci est permis par l'abandon du nucléaire entre 2020 et 2030 et les nouvelles conditions qui en découlent : la réorientation des moyens financiers vers les énergies issues du soleil et le changement de culture des acteurs publics et privés, et des citoyens. Ces derniers sont progressivement intégrés dans les consciences grâce au déploiement d'envergure des énergies décentralisées, propres et sûres. L'objectif de diminution des consommations devient aussi un enjeu prioritaire. Les émissions de gaz à effet de serre sont par conséquent minimales et réduites : le gaz, réservé à la production électrique en heure de pointe, représente, au maximum, 5% de la production.

La décentralisation des moyens de production d'électricité permet également d'augmenter l'efficacité énergétique en utilisant la cogénération : la chaleur fatale à la production d'électricité se trouve valorisée par les réseaux de chaleur alimentant les consommateurs proches. Le facteur 4 est respecté.

2. Une forte pénétration d'éolien en 2050 pour la région dans le projet de Virage-énergie, un choix possible : explications

Le plan Virage prévoit un taux de pénétration⁷⁹ progressif de l'éolien pour la production de l'électricité régionale : 17% en 2020, 37% en 2030 puis 45% en 2050.

A première vue surprenante, cette projection est réaliste et raisonnable techniquement.

2.1. Les garanties de réussite technique sont apportées par l'expérience européenne

2.1.1. Un panel de solutions au service d'objectifs ailleurs en Europe plus ambitieux que ceux du scénario de Virage-énergie

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ailleurs en Europe, des objectifs encore plus ambitieux ... pour partie déjà réalisés | <p>La projection du taux de pénétration de l'éolien à l'horizon 2020 prévue dans Virage est inférieure à la situation actuelle de régions ailleurs en Europe de taille équivalente :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en Allemagne, dans trois Länder⁸⁰, 33% de l'énergie électrique annuelle provient de l'éolien (en 2006)⁸¹ ; - au Danemark, ce chiffre s'élève à 20% (en 2004). La stratégie proposée en 2005 par l'industrie éolienne vise 50% de pénétration éolienne en énergie en 2025, avec l'accord et l'appui des opérateurs danois des réseaux de transport d'électricité ; - la société re-nationalisée Energinet danoise, chargée du transport de l'électricité sur le réseau ouest du Danemark, gère déjà sans problème un taux de pénétration éolien sur son réseau de 25% en énergie et parfois de plus de 100% en puissance ; - en Espagne, la Navarre table sur des objectifs ambitieux qui ont toutes leurs chances d'être réalisés, avec 100% d'électricité renouvelable (majoritairement de l'éolien) d'ici 2010. |
| Des études européennes démontrent la faisabilité technique : | <p>Plusieurs études européennes de référence accréditent la faisabilité technique d'un taux élevé de pénétration de l'éolien dans l'énergie électrique.</p> <p>L'étude DENA⁸² en Allemagne publiée en 2005 valide la faisabilité des solutions et des coûts pour une pénétration éolienne de 15% en 2015, soit 36 GW d'éolien (sur plus de 47 GW d'électricité renouvelable) pour une production éolienne de plus de 77 TWh/an. L'étude montre par ailleurs que cette production ne nécessiterait pas de nouvelles capacités de production classiques pour assurer l'adéquation offre/demande.</p> |
| Etude DENA en Allemagne | <p>L'étude de compilation de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE)⁸³ fait état des solutions possibles pour atteindre sans surcoût important des taux de pénétration éoliens de 15 à 20% en énergie. Parmi ces solutions, on peut citer :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'aménagement des règles de fonctionnement des marchés de l'électricité afin qu'elles ne pénalisent pas l'éolien. Ainsi, les délais d'annonce de production prévisionnelle des opérateurs doivent être compatibles avec les délais de prévision météorologique. Le Royaume-Uni, en abaissant ce délai à une heure, a déjà adapté ces règles de fonctionnement pour ne pas pénaliser l'éolien. Cette mesure ne coûte rien⁸⁴ ; - le recours à la participation dans des systèmes d'échanges entre pays ou régions, comme cela a cours en Europe du Nord ou aux Etats-Unis. On peut imaginer un producteur éolien envoyer sa production éolienne de la semaine à une région voisine disposant, elle, de moyens de production fixe (hydroélectricité, biomasse...). L'équivalent de la production lui est renvoyée la semaine suivante sous forme de puissance garantie fixe. Le scénario Virage prévoit cette disposition avec la part d'éolien off-shore échangé avec le Royaume-Uni ou la Belgique ; |
| Agence internationale de l'énergie (AIE) : un panel de solutions déjà mises en œuvre ailleurs en Europe : | |
| Aménager les règles des marchés électriques | |
| Echanger entre régions voisines | |

⁷⁹ Taux de pénétration = part de l'énergie concernée (ici l'éolien) dans la production globale d'électricité.

⁸⁰ Les trois Länder sont : Saxe-Anhalt, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern.

⁸¹ Chabot B (2007), « L'intermittence et les aléas météorologiques, un frein au développement de l'électricité renouvelable ? L'exemple de l'éolien. » in Cahiers de Global Chance n°23.

⁸² DENA (2005) *Planning of the grid integration of wind energy in German onshore and offshore up to the year 2020*. Téléchargement sur www.wind-energie.de

⁸³ AIE (2005) *Variability of wind power and other renewables : management options and strategies*.

⁸⁴ La règle de délai minimum d'annonce du futur niveau de production de une heure est compatible avec des niveaux très élevés de précision de la prédiction de la production éolienne (moins de 2% d'erreur à une heure – contre 9% à 24 heures). L'éolien se situe donc dans la marge d'erreur de la prédiction de la demande de 1 à 5%.

- Les autres moyens de stockage cités dans le document de l'AIE (batteries, volants d'inertie, piles à combustibles, hydrogène) sont potentiellement intéressants mais de fait inutiles avant d'atteindre au moins 20% de pénétration éolienne⁸⁵.

L'étude de l'AIE cite également :

- l'utilisation du « foisonnement » d'énergies disponibles malgré leur caractère majoritairement intermittents : échanges entre gisements éoliens dispersés géographiquement et filières d'énergies renouvelables (biomasse en partie *dispatchables*, solaire complémentaire entre été et hiver, biogaz en base...), insertion de l'éolien dans les moyens décentralisés de production (dont certains comme la cogénération sont *dispatchables*) ;
- l'utilisation des incitations à moduler la demande (*cf.* partie suivante) ;
- l'utilisation des échanges d'électricité transfrontaliers (au maximum régionaux) ;
- la création de réserves de puissances classiques complémentaires (comme le prévoit le Projet Virage-énergie). Les centrales classiques et de cogénération d'une part, et les moyens d'échange existant vers nos voisins d'autre part, dépassent largement la demande de pointe prévue par le scénario.

Diversité du bouquet énergétique = flexibilité

Réserves de puissances classiques complémentaires

Le progrès des éoliennes fait d'elles un atout pour la stabilité du réseau

A ces solutions citées par l'AIE, on doit ajouter les progrès des éoliennes. Elles participent véritablement à la stabilité, à la sécurité et à la qualité des services électriques fournis par le réseau. Ces progrès en cours permettent aux éoliennes de faciliter leur insertion sur les réseaux par la continuité de fonctionnement en cas de court-circuit local sur le réseau :

- s'il y a du vent, les éoliennes contribuent alors comme les centrales classiques à éviter l'écroulement du réseau ;
- arrêt progressif et vers de très hautes valeurs de vitesse de vent pour éviter un arrêt quasi instantané des parcs éoliens en cas de tempête sur une grande zone géographique ;
- réduction de puissance ou arrêt programmable de tout ou partie des éoliennes d'un parc pour passer des courtes périodes d'engorgement exceptionnel des réseaux de transport ;
- fourniture généralisée de services qualitatifs au réseau comme l'absorption et la fourniture de puissance réactive à la demande du gestionnaire du réseau.

Les enseignements : la réussite est avant tout dans la volonté et la matière grise...

L'étude danoise d'Energinet⁸⁶ montre quant à elle que le taux de pénétration éolien peut aller jusqu'à une taille suffisante pour répondre à 100% de la demande d'un territoire, sans surcoût prohibitif.

Ainsi, l'argument des limites « naturelles » de pénétration de l'énergie éolienne sur les réseaux électriques, souvent cité pour conclure à la « marginalité éternelle » de cette filière, s'est progressivement révélé depuis 20 ans comme artificiel et surestimé.

Certes, aller jusqu'à 15% puis 20% et au-delà de pénétration en énergie éolienne nécessite de la matière grise, de la bonne volonté réciproque des producteurs éoliens et des gestionnaires de réseaux ainsi qu'un peu de dépenses d'investissements et de gestion sur le reste des systèmes électriques.

Mais ces solutions techniques et organisationnelles n'ont rien d'impossible, de rédhitoire ou d'extravagant, surtout en prenant compte des coûts futurs des énergies conventionnelles, de la lutte contre le changement climatique et du démantèlement des centrales.

2.1.2. Des surcoûts faibles et en baisse constante

Quels surcoûts ?

Adapter le réseau électrique à une fourniture élevée d'énergie éolienne demande d'investir dans de nouveaux équipements et infrastructures. Quelle est la mesure de ce surcoût ?

Baisse des estimations

Les coûts de ces mesures sont compilés dans les différentes études. Ils confirment une baisse des estimations vers moins de quelques dixièmes de centimes d'euros par kWh éolien. Pour le cas de la compagnie TSO danoise, pour 3368 TWh d'éolien en obligation d'achat en 2003, le surcoût de gestion pour ses activités et son système de transport a été de 0,26 c€/kWh éolien.

Diminution progressive au fur et à mesure des progrès et du développement

Comme le souligne l'étude AIE, toutes ces estimations et valeurs peuvent être diminuées

⁸⁵ Chabot B, op cit.

⁸⁶ Energinet (2006) « System and market changes in a scenario of increased wind power production », résultats résumés dans *Wind Power Monthly*, février 2006, p. 62.

développement

à l'avenir par les mesures citées ci-dessus.

Comme le nucléaire ou l'hydroélectricité auparavant, des surcoûts à imputer collectivement

L'étude souligne aussi que la demande d'affectation de ces surcoûts aux producteurs éoliens n'est pas légitime. Dans le passé, tous les surcoûts de réseaux dus à de nouveaux moyens de production (hydroélectricité en zones montagneuses éloignées des villes, puis nucléaire près des sources de refroidissement par exemple) ont été mutualisés sur tous les moyens de production. Les surcoûts ont été intégrés d'abord dans les tarifs aux consommateurs puis à ceux des services de transports de l'électricité. On voit donc mal quelle serait la logique de faire maintenant une exception pour l'énergie éolienne⁸⁷.

Pour un ménage, un surcoût de 15 euros/an, en diminution...

L'étude DENA en Allemagne montre que les projections de développement de l'éolien ne créent pas un système discriminatoire en termes de prix de l'électricité. Pour une consommation de 3000 kWh/an, le surcoût d'un tel système éolien pour une famille sans chauffage et chauffe-eau électrique (comme le prévoit le scénario Virage-énergie) serait typiquement moins de 15 euros par an. Il va de soi que ces « surcoûts éoliens » diminuent fortement au fur et à mesure que le prix des énergies fossiles augmente.

2.2. L'offre électrique Virage : un choix énergétique et technique économiquement plus sûr...
Un choix qui permet de construire un réseau moins vulnérable pour la région qu'actuellement

La vulnérabilité d'un système décentralisé de l'électricité tel que suppose la mise en œuvre du scénario Virage-énergie n'est ni plus faible ni plus forte que le système centralisé actuel.

La question n'est pas sur la probabilité en tant que telle. La question centrale est sur l'ampleur des impacts économiques que ferait peser sur la région (comme le pays) une possible défaillance⁸⁸ d'un moyen de production.

Qu'apprend-on lorsqu'on compare un système centralisé et un autre décentralisé ? La vulnérabilité des systèmes énergétiques actuels est intrinsèquement liée à leur architecture⁸⁹ : la centralisation permet certes de réduire les coûts par économie d'échelle et standardisation mais les risques qui lui sont associés sont considérables. Qui plus est, moins un système centralisé ne bénéficie d'interconnexion (tendance actuelle du fait de l'opposition – légitime – croissante des populations riveraines de lignes électriques), plus le système est vulnérable.

Dans le cas du système actuel nucléarisé, une défaillance majeure sur un seul réacteur pourrait paralyser gravement l'économie entière du pays. Les réacteurs, tous construits sur la même technologie⁹⁰, devraient être dans un tel cas momentanément arrêtés pour vérification.

Dans le cas d'un système décentralisé, nul n'est à l'abri d'une panne ni même d'une rupture temporaire d'approvisionnement (de bois ou de lisier par exemple). Mais l'impact d'une telle défaillance est très limité puisque la zone desservie est par définition de superficie réduite de même que la population desservie. Un système décentralisé n'est pas un système isolé : il s'intègre dans un réseau physique et virtuel qui permet de pallier de telles défaillances.

Dans le cas du système « Virage-énergie », la défaillance d'une éolienne ou d'une centrale photovoltaïque n'aura qu'un impact très limité localement et quasi nul pour la région et *a fortiori* pour le pays. Le moyen de production momentanément hors service sera supplanté par un autre moyen que le réseau mobilisera parmi le bouquet énergétique disponible.

Le système énergétique décentralisé tel que propose le plan virage est donc la voie la plus prometteuse pour limiter les risques de défaillance et les risques économiques qui en découlent.

⁸⁷ Chabot B, op cit.

⁸⁸ en excluant ici les conséquences sanitaires traitées par ailleurs.

⁸⁹ Labrousse M, 2007, Vulnérabilité des systèmes énergétiques : décentralisation et renouvelables in Cahiers de Global Chance n°23.

⁹⁰ Les réacteurs nucléaires en fonctionnement en France utilisent la technologie à eau pressurisée sous licence Westinghouse.

2.2.3. ... et propice à une culture d'économie et d'efficacité énergétiques

Comment un système décentralisé ou à « énergie répartie » encourage l'efficacité énergétique ... et économique

L'énergie répartie désigne un système décentralisé qui est constitué d'une multitude de petites unités de petites dimensions, chacune étant tour à tour consommatrice et productrice (comme par exemple une maison disposant d'une centrale photovoltaïque).

Ce système a pour objectif de tirer tout le parti possible des ressources énergétiques locales issues directement ou indirectement, pour la quasi totalité du scénario Virage-énergie, du soleil.

Les filières sont courtes (peu d'acteurs entrent en jeu entre le consommateur et le producteur) et maîtrisées par les acteurs locaux. Cette organisation se traduit quasi automatiquement par l'optimisation économique du service énergétique : les opérateurs privilégient l'efficacité énergétique (le propriétaire de la maison prend des mesures d'économies d'électricité pour amortir au mieux son investissement photovoltaïque) et minimisent ainsi le besoin en apport énergétique primaire.

Ainsi, l'efficacité globale des systèmes de production décentralisée est supérieure à celle des systèmes centralisés. En donnant la part belle aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique, le système électrique décentralisé bénéficie d'une pertinence accrue vis-à-vis de la réduction des émissions de CO₂.

Un changement de culture

Outre les investissements financiers nécessaires (minimes lorsqu'ils sont rapportés par ménage et justifiés comme expliqués ci-dessus), une révolution culturelle s'impose. Elle doit remettre en cause le paradigme de centralisme énergétique appliqué depuis plus d'un siècle, ce qui ne se fera pas en un jour ...

Le Plan Virage-énergie prévoit une montée progressive en puissance des énergies renouvelables et du système décentralisé qui y est lié : le décider dès maintenant permet d'anticiper et de construire cette nouvelle culture énergétique.

Pourquoi la fin de vie des réacteurs de Gravelines ne constituerait-elle pas une occasion pour les opérateurs d'électricité à s'essayer sur un terrain d'apprentissage au fort potentiel ? Ce terrain ne serait rien d'autre que le Nord-Pas de Calais...

3. Electricité renouvelable : propositions d'actions et pistes de recherche pour l'adéquation production – consommation

L'adéquation entre la production et la consommation de l'électricité issue du soleil et de ses dérivés (vent, biomasse...) est un enjeu majeur. Cette partie vise à explorer encore d'autres voies possibles dans l'objectif d'alimenter le débat et d'ouvrir encore plus largement le champ des possibles du scénario Virage-énergie.

Elle présente deux volets :

- des propositions d'actions ou de recherche au niveau de la gestion de la *production* de l'électricité ;
- des propositions d'actions ou de recherche au niveau de la gestion de la *consommation* d'électricité.

Un exemple : EDF et le nucléaire

Un réacteur nucléaire est une machine à vapeur dont la source de chaleur est constituée par la chaleur produite lors de la désintégration atomique. La mise en route et l'arrêt de cette « cuisinière atomique » sont très lentes (pour des raisons techniques liées à la sécurité et qui sont incontournables). En face de cela, la consommation électrique en France est variable à deux échelles de temps différentes :

- sur une année : la consommation, certaines semaines d'été, peut être 40% inférieure à celle d'une semaine d'hiver⁹¹. Depuis quelques années, ce fonctionnement se modifie avec le développement des climatisations électriques. On a maintenant deux pics de consommation : l'hiver et l'été (surtout s'il est caniculaire) ;
- sur la journée : on consomme beaucoup moins la nuit que le jour. Cela est lié à l'activité humaine (et à la nature même d'animal diurne que sont les humains) : usines, bureaux, écoles ...

EDF a donc été confrontée dès les années 1960 (en prévision de la mise en place de la production électronucléaire de masse) à ce problème d'adéquation entre une consommation variable et une production d'autant plus rigide que la part du nucléaire y est importante. Il y a deux niveaux d'intervention possibles : dans la gestion de la consommation, dans la gestion de la production.

⁹¹ d'après « Statistiques de l'énergie électrique en France » sur www.rte-france.com

3.1. Gestion orientée « consommation » : comment la modulation des tarifs de l'électricité peut participer au système

Rappel des pratiques tarifaires actuelles

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Les tarifs actuels EDF visent déjà à gérer la consommation de pointe, dans le système centralisé nucléaire actuel | <p>Dans notre société libérale, l'intervention sur la consommation se fait par la biais des tarifs attractifs. Chez les particuliers, à la date de septembre 2007, il y a quatre contrats différents pour le kWh d'électricité suivant le contrat souscrit (prix indiqués en TTC⁹²):</p> <ul style="list-style-type: none"> - contrat de base dit « bleu » 10,35 c€/le kWh à tout moment ; - contrat jour/nuit : 10,35 c€/ le kWh de jour et 6,61 c€/ le même kWh de nuit. Ce « double tarif » a pour objet de transférer à la nuit des consommations qui se font habituellement le jour (lave linge ou lave vaisselle par exemple) ; - contrat « effacement jours de pointe » (dit EJP) : le signataire de ce contrat bénéficie d'un kWh bon marché (environ 6c€) durant toute l'année ... sauf durant 22 jours (obligatoirement compris entre le 1^{er} novembre et le 22 mars) où ils sont facturés plus cher (environ 54 c€). Ce tarif a été mis en place pour inciter à consommer beaucoup moins d'électricité justement les jours où EDF doit répondre à une consommation exceptionnelle. Ce tarif ne peut plus être souscrit actuellement. Il a été remplacé par le « contrat Tempo » ; - contrat Tempo : c'est une combinaison des deux contrats précédents avec une variation jour/nuit et trois tarifs différents suivant le moment dans l'année. Pratiquement, il y a donc 6 prix différents du kWh de 4,56 à 48,33c€. Chaque jour, vers 20h, est affiché sur le compteur de l'abonné la « couleur » du lendemain (il y a trois couleurs et chacune correspond à un « tarif jour et tarif nuit ». |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Propositions

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mettre en place de nouvelles grilles tarifaires selon la météo ... | <p>Il est possible d'accentuer les orientations de consommation par l'argent et par la conscience du caractère solaire et donc intermittent de certaine des sources d'énergie « renouvelables ». Actuellement, ces tarifications sont laissées à l'abandon car elles ne sont pas financées par le réseau RTE (qui y trouverait son intérêt) mais par la production et notamment l'EDF, qui n'y gagne que très peu. Une refonte est nécessaire pour tenir compte des outils de temps réels qui facilitent une telle gestion de la pointe, tant pour les particuliers que pour les entreprises.</p> <p><i>Par exemple, le contrat « tempo » de EDF peut être développé par des mesures simples.</i></p> <p><i>A tout instant, sur le compteur électrique de l'abonné est affiché le tarif en cours (bleu, blanc ou rouge) ainsi que la prévision des prochains changements de tarifs sur 5 jours. Toutes ces informations sont véhiculées via les câbles du réseau électrique (même technique que les réseaux informatiques qui utilisent le réseau électrique pour transférer des informations : il suffit d'utiliser une fréquence nettement différente des 50 Hz et des filtres correspondants).</i></p> <p><i>De la sorte, l'utilisateur peut gérer son utilisation de l'électricité en fonction du prix réel et de ses urgences et/ou capacités à attendre un tarif moins cher.</i></p> <p><i>On peut imaginer des congélateurs (un des appareils électroménagers les plus gourmands en électricité) qui utilisent ces informations. En période bleue (la moins chère), il baisse sa température de 10°C en dessous des -18 ° standards. Si on est en période blanche, et qu'une période rouge assez longue est annoncée, la température sera mise et maintenue à -28°C tant que l'on est « dans le blanc ». Par contre, une sécurité le fait utiliser l'électricité de n'importe quelle « couleur » si sa température est au dessus des -12°C. C'est à dire que le congélateur va participer indirectement au stockage de l'énergie électrique.</i></p> <p><i>Cette méthode est déjà mise partiellement en œuvre par les titulaires d'un contrat à tarif jour/nuit lorsqu'ils programment leur lave linge ou lave vaisselle pour fonctionner aux heures creuses.</i></p> <p><i>Cette méthode est applicable dans d'autres domaines (domestiques, industriels, ...).</i></p> <p><i>Si l'écart entre les tarifs rouge et vert devient très important (bien plus que dans le rapport de 1 à 10 du « contrat tempo EDF » ci dessus), on verra se développer des moyens de stockage de l'électricité à petite échelle (regroupement d'utilisateurs).</i></p> <p><i>Remarque : on peut imaginer qu'aux bulletins météo (radio, télé, ...) soient ajoutées des</i></p> |
| ... c'est-à-dire selon la disponibilité de l'énergie du soleil directe ou indirecte | |

⁹² ces tarifs sont issus du site EDF <http://edf.fr> et d'un client qui a encore un contrat EJP

informations de prévision de la « couleur de l'électricité » du lendemain avec une carte de France colorée des régions, et les prévisions des couleurs de l'électricité pour les 5 jours suivants...

Cette évolution globale de la manière de consommer de l'électricité sera d'autant mieux acceptée que la place et le caractère fondamental du soleil, dans l'énergie qui nous est disponible, feront partie des évidences culturelles⁹³.

3.2. Gestion orientée « production » : les moyens de stockage de l'énergie

L'enjeu et les limites

Le stockage de l'électricité coûte cher, il est donc important d'y regarder de plus près. Même si le scénario Virage-énergie se passe de solutions lourdes de stockage (batteries ...), il est intéressant d'étudier les moyens de stockage de l'énergie aujourd'hui disponibles ou au stade de la recherche.

Les moyens de stockage les plus respectueux de l'environnement, s'ils sont mis en œuvre, pourront en ce cas éventuellement limiter ou rendre inutiles les 5% de recours au gaz que le scénario Virage-énergie prévoit par sécurité de l'approvisionnement électrique.

En l'état actuel des techniques, ces moyens de stockage sont : les batteries, le pompage-stockage, l'hydrogène, le stockage inertiel, le stockage d'air comprimé, le stockage de la chaleur et le stockage de l'électricité sous forme liquide.

Techniques présentées en annexe 8

Ces techniques sont présentées en annexe 8.

⁹³ cf. chapitre « Culture énergétique »

ANNEXES

Annexe 1 - Les énergies futures : les pistes de recherche

La géothermie profonde

Malgré quelques tentatives dans le Hainaut, aucune nappe d'eau chaude exploitable pour la géothermie profonde n'est présente dans la région. En revanche, la géothermie peut en théorie être exploitée comme une énergie de flux en exploitant la chaleur de la croûte terrestre.

Pour atteindre 200°C et produire de l'électricité, il est cependant nécessaire de descendre à environ 5000 mètres et de fracturer la roche entre deux puits. Cette géothermie profonde généralisée, qui prend appui sur la chaleur du sous-sol à de très grandes profondeurs, représente une importante ressource potentielle de long terme. Cependant la ressource, très dépendante pour son économie de la profondeur concernée, sera plus importante dans les régions granitiques ou méditerranéennes.

Désormais, l'Union Européenne a concentré ses moyens dans ce domaine à Soultz-sous-Forêts (Vosges), qui a la particularité de fournir de la chaleur à faible profondeur. Un pilote est actuellement mis en service (50 MW thermiques, 7 MW électriques).

L'énergie des vagues

Les vagues sont le produit du vent et sont donc d'un ordre de grandeur inférieur à ce dernier quant à l'énergie qu'elles déploient. Selon le Conseil Mondial de l'Energie, les vagues représentent dans le monde 2000 GW d'énergie, concentrées sur les côtes. L'Agence Internationale de l'Energie, plutôt conservatrice en matière d'énergies renouvelables, a suggéré que 10% de l'électricité mondiale pourrait un jour provenir des vagues. Une estimation britannique concentrée sur la côte atlantique du pays suggère que le potentiel accessible physiquement dépasse deux fois la consommation du pays.

La technologie est balbutiante, avec un captage de la vague imaginé sur le littoral ou en mer, avec des résultats jusqu'à présent décevants ou à très petite échelle. D'emblée, le potentiel est ici limité par une concurrence d'usage pour le cas de l'exploitation côtière.

Actuellement, les pilotes et les laboratoires impliqués dans ce domaine se trouvent avant tout au Royaume-Uni et au Portugal, car ces pays possèdent un fort potentiel de vagues en provenance de l'Océan Atlantique. Même si ces potentiels existent, la question de la ressource (l'occupation du littoral) et la mise au point encore limitée des prototypes rendent difficiles les pronostics sur cette forme d'énergie.

Les marées et les courants marins

Les courants marins représentent une source d'énergie issue des marées et des circulations des océans créés par les différentiels de température entre les différentes zones du globe. L'idée de placer des hélices sous la mer pour exploiter ces courants est actuellement explorée en Angleterre et en France par MCT marine, qui prévoit d'expérimenter un groupe de machines représentant entre 5 et 10 MW⁹⁴. Au large de l'Ecosse, Total annonce avoir pris une participation de 10 % dans la société *Scotrenewables Marine Power Ltd*⁹⁵.

Il faut dissocier l'énergie extractible à partir des courants et l'énergie marémotrice qui peut être assimilée à un barrage hydraulique réversible. Cette forme d'énergie est exploitée dans la centrale de la Rance en Bretagne, qui est avant tout spécifique à un site de forte marée. Aucun estuaire ne se prête à une telle exploitation dans la région.

D'autres procédés peuvent cependant être mis en œuvre qui ont peu d'impact sur les milieux marins, en particulier un système basé sur un venturi (un tube évasé qui crée une dépression). Ce dernier permet de produire de l'énergie sans avoir à immerger le générateur. Il est actuellement expérimenté notamment dans la baie de San Francisco.

⁹⁴ MCT suggère que sa technologie peut rattraper au niveau mondial les potentiels de l'éolien.

www.marineturbines.com/home.htm

⁹⁵ www.scotrenewables.com

Les agrocarburants de seconde génération

Certains espoirs sont placés dans les agrocarburants de deuxième génération. Ces nouveaux types de carburants offriraient des perspectives industrielles et environnementales intéressantes de part leurs rendements moins faibles que ceux actuellement produits.

Ces rendements ne sont, à ce jour, pas chiffrés. On ne peut donc déterminer la pertinence à terme de telles filières pour la région. Différentes technologies sont actuellement à l'étude.

La voie dite « thermochimique » consiste à gazéifier la biomasse sèche et produire des gaz de synthèse utilisables en tant que carburant. Le procédé utilisé est le procédé Fischer-Tropsch.

La voie dite « biochimique » consisterait à produire du bioéthanol non plus à partir de sucre ou d'amidon mais directement de cellulose, autrement dit, de la plante entière. Il existe actuellement des cultures énergétiques dont les rendements de production de biomasse cellulose sont importants tels la canne à sucre, la canne de Provence, le sorgho ou le miscanthus... La production d'éthanol se ferait alors par voie biochimique (par des enzymes) : la cellulose est transformée en sucres qui subissent alors une fermentation. Cependant, les résultats de rendements ne semblent pas encore disponibles.

L'Ademe⁹⁶ estime que les agrocarburants via ce procédé peuvent produire entre 120 et 150 kg de carburant par tonne de matière sèche de biomasse. Pour une productivité moyenne de 15 tonnes matière sèche de biomasse par hectare, on obtient environ entre 1,8 et 2,25 tonnes de bioéthanol, soit 1,4 et 1,8 tep/ha⁹⁷. La voie sèche aurait des rendements légèrement supérieurs avec 140 à 180 kg de carburant par tonne de matière sèche de biomasse (si la biomasse fournit toute l'énergie du procédé de fabrication), soit, toujours pour 15 tonnes de matière sèche par hectare, 2,1 à 2,7 tonnes d'agrocarburants par hectare...

Une troisième voie se base sur la production de « biogazole » ou « biopétrole » à partir d'algues spécialisées. Ces algues produiraient en grande quantité des huiles dans la mesure où ces végétaux peuvent contenir entre 50% et 80% de leur poids en huiles transformées⁹⁸.

En 1982, on estimait que la production de ce type d'agrocarburants est compétitive avec un baril à 94 \$ (entre 61 et 127 \$ selon les hypothèses)⁹⁹. Au regard des tendances de ces dernières années, cette technologie pourrait être rentable d'ici quelques années.

Aux Etats-Unis et en Israël, des projets industriels testent actuellement la technologie appelée *GreenFuel*. Selon l'Université du *Massachusetts Institute of Technology*, les rendements de production d'un hectare d'algues pourraient être de 30 à 120 fois supérieurs à ceux d'un hectare de colza ou de tournesol¹⁰⁰. On annonce des productivités variant entre 40 000¹⁰¹ et 120 000 L/ha voire 200 000 L/ha (soit entre 32 et 159 TEP/ha).

Ce mode de production est à l'étude ou en expérimentation en France et en Europe. Le programme français Shamash rassemble entre autres l'INRIA, le CNRS, le CEA et l'IFREMER. Ce programme, d'un budget de 2,8 M€, a pour objectif d'évaluer d'ici 2010 la viabilité de cette filière¹⁰².

Ces algues sont actuellement expérimentées dans des procédés de piégeage des émissions issues d'industries polluantes. Lors d'essais, effectués en 2004, les émissions d'oxydes d'azote et de CO₂ ont été réduites de 80 à 85% les jours ensoleillés (et de 50% pour le CO₂ les jours nuageux ou pluvieux). Les essais industriels devraient commencer en 2008¹⁰³.

⁹⁶ EDEN, 2006 - Les Agrocarburants.

⁹⁷ En prenant le taux de conversion 1 L de bioéthanol correspond à 0,794 L d'essence que 1 T de bioéthanol est équivalent à 0,64 TEP. De même pour le biodiesel 1 L de gazole = 0,883 L de biodiesel et 1 tonne de biodiesel = 0,9 TEP.

⁹⁸ Biofutur n°255, 2005-05, An algae-based fuel.

⁹⁹ Benneman, 1982 from Biofutur n°255, 2005-05, An algae-based fuel : Microalgae as a source of liquid fuels.

¹⁰⁰ www.econologie.com, 2007-09.

¹⁰¹ Rotterdam Climate Initiative <http://www.rotterdamclimateinitiative.nl>

¹⁰² ADIT, BE France n°193, 2007-06.

¹⁰³ Olivier Danielo - 2005 - Un carburant a base d'huile d'algue www.greenfuelonline.com

Annexe 2 - Politiques climat existantes

Depuis plusieurs années, de nombreuses politiques de protection de l'environnement, via des luttes contre le changement climatique, l'obligation de se tourner vers des énergies alternatives, des contraintes environnementales, ont été mises en place. Ces politiques se retrouvent aussi bien à l'échelle internationale qu'europpéenne, française. Régionalement et localement, plusieurs politiques sont déjà en place en région Nord-Pas de Calais, issues de politiques nationales ou à l'initiative des unités territoriales elles-mêmes, incluant recommandations et objectifs.

1. Politiques environnementales à l'échelle internationale

C'est au cours du Sommet Mondial pour la Planète à Rio en 1992 que les premiers débats et premières prises de conscience concernant le réchauffement climatique ont eu lieu à l'échelle internationale.

Le texte fondateur de la lutte contre le réchauffement climatique, écrit cinq ans plus tard, en 1995, est le protocole de Kyoto. En signant le protocole de Kyoto, les pays industrialisés se sont engagés à réduire leurs émissions des six principaux gaz à effet de serre de 5,2 % en moyenne entre 2008 et 2012 par rapport au niveau de 1990. Les pays en voie de développement ont été exemptés d'engagements chiffrés afin que leur croissance ne soit pas remise en cause.

Le protocole de Kyoto est entré en vigueur le 16 février 2005 à la suite de la signature du Protocole par la CEI. L'Union européenne et de nombreux autres pays l'avaient déjà ratifié en 2002. Les Etats-Unis, quant à eux, se sont retirés du protocole en 2001..

La ratification du protocole de Kyoto a permis la mise en œuvre de divers mécanismes « de flexibilité » destinés à rendre moins coûteux et parfois plus efficace l'effort de réduction des émissions. Trois instruments ont été mis sur pied :

- **Les quotas négociables**: la quantité d'émissions autorisées fait l'objet de permis (ou de droit à polluer). Les États peuvent s'acheter et se vendre leurs permis. Les pays dépassant les quotas qu'ils détiennent doivent se procurer des permis supplémentaires sous peine d'une amende non-libératoire auprès de pays émettant moins que ce qu'il leur est autorisé.
- **La mise en œuvre conjointe (MOC)** : elle permet aux pays industrialisés d'acquérir des « unités de réduction des émissions », en finançant des projets destinés à réduire les émissions de GES dans d'autres pays développés ou en transition. En pratique, la mise en œuvre d'un projet MOC engendre des réductions d'émissions. Un volume équivalent de droits d'émissions est alors transféré du pays dans lequel le projet est réalisé vers le pays investisseur.
- **Le mécanisme de développement propre (MDP)** : il permet aux pays industrialisés de financer des projets de diminution des émissions dans les pays dépourvus d'objectif de réduction (souvent des pays en développement) et, d'obtenir à ce titre des crédits d'émissions.

2. Niveau européen

Dans le cadre du protocole de Kyoto, l'Union européenne s'est accordé à réduire de 8% ses émissions par rapport au niveau d'émission en 1990 pour 2012. Pour la France, cela implique un retour au niveau d'émission de 1990.

Le protocole de Kyoto a été traduit au sein du droit européen. En vertu d'un "accord de partage de la charge ", les Etats de l'UE (à l'exception des nouveaux membres) ont pu se répartir cette obligation globale (dite "bulle européenne") en fonction de leurs différences socio-économiques.

Ainsi, par exemple, l'Allemagne doit diminuer ses émissions de 21% tandis que l'Espagne est autorisée à les augmenter de 15%. La France doit, elle, veiller à les stabiliser.

Pour respecter son engagement vis-à-vis de ce Protocole, l'UE a défini en 2000 un Programme Européen sur le Changement Climatique (PECC).

Adopté en juin 2000, le PECC définit des mesures transversales et sectorielles (transport, bâtiments, industrie et énergie) qui devrait permettre à l'UE d'atteindre son objectif de réduction. Il estime le potentiel de réduction d'émissions de gaz à effet de serre entre 578 et 696 milliards de tonnes équivalent CO2 (MteqCO2).

Certaines de ces mesures se sont déjà traduites par des directives ou propositions de directives:

- la directive " quotas " qui met en place, au 1er janvier 2005, un système communautaire d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre ;
- la directive sur la mise en décharge (adoptée) qui permet de poursuivre les efforts réalisés en termes de réduction des émissions de méthane (CH4) ;

- la directive sur l'électricité produite à partir d'énergies renouvelables (adoptée) qui fixe un objectif de 21% d'électricité d'origine renouvelable d'ici 2010 ;
- la directive " services énergétiques " (en préparation) qui favorise le développement des activités de services d'efficacité énergétique pour renforcer la maîtrise de la demande d'énergie ;
- la directive " cogénération " (en discussion) qui propose de promouvoir la cogénération dans l'UE ;
- la directive " agrocarburants " (adoptée) qui fixe la part des agrocarburants sur le marché national des carburants : 2% en 2005 puis 5,75% en 2010 ;
- la directive sur la performance énergétique des bâtiments (adoptée) qui vise à promouvoir l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments.

Pour contribuer à respecter ses engagements de Kyoto, l'UE a développé dans le cadre du PECC un système interne d'échange de quotas d'émission (un quota correspondant à une tonne équivalent de dioxyde de carbone) qui vise à limiter les émissions de gaz à effet de serre provenant d'entreprises grandes consommatrices d'énergie.

En mars 2007, l'UE s'est fixée des objectifs encore plus ambitieux et contraignants. Elle souhaite que, d'ici 2020, soient réalisées les 3 « 20% » :

- 20% d'économies d'énergie ;
- 20% d'énergie d'origine renouvelable ;
- l'efficacité énergétique atteigne 20%.

3. Niveau français

Pour donner un cadre aux différentes directives européennes retranscrites en droit français, différents plans nationaux ont été érigés.

- Le « Plan d'Action Biomasse »

Il s'est ensuite décliné en 3 plans spécifiques tel le plan « Agrocarburants », le plan « Biocombustibles » et un troisième ne concernant pas les ENR, le plan « biomatériaux »

- le Plan Agrocarburants...

A l'échelle nationale, le développement des agrocarburants est encadré par le plan « Agrocarburants » qui, à la suite d'objectifs d'incorporation de agrocarburants dans les carburants conventionnels, donne des autorisations de production, alloue des quotas à partir d'appels d'offres industriels. Pour 2008, l'objectif est d'incorporer dans les carburants traditionnels 5,75% de agrocarburants. Pour 2010, l'objectif d'incorporation est de 7% et de 10% en 2015. Ces aspects là ne sont pas de la compétence des régions.

- le Plan Bois-NRJ
- le Plan Climat

Le plan « biocombustible » donne un objectif de +50% d'énergie renouvelables entre 2005 et 2010 ; objectif de 21% d'électricité verte en 2010 (pour 14% en 2005)

Plan Bois-NRJ 2000-2006,

Au niveau national, l'ADEME soutient de manière très large et efficace un nombre important d'initiative, de dynamique, de projet.

L'ADEME agit sous différentes formes soit par :

- le soutien à la création d'emploi dans le secteur de la maîtrise de l'énergie, de la mise en place de filière « énergies renouvelables » ou « valorisation des déchets »,
- l'aide à l'investissement pour des projets pilotes
- un soutien financier et technique à la réalisation d'études de faisabilité

L'ADEME est décentralisée en région, suit les programmes nationaux mais peut, en fonction des priorités et des besoins, moduler les affectations de son budget...

4. Niveaux régional et local

Les principaux acteurs régionaux publics sont le Conseil Régional (service Environnement et service Economie) et l'ADEME. Ce sont de ces deux structures qu'émanent les politiques régionales de promotion des énergies renouvelables et les soutiens financiers aux projets.



Les Villes¹⁰⁴

La Région

La Région maintiendra en 2008 les aides au solaire pour les particuliers au même niveau qu'en 2006, à savoir :

Solaire thermique :

- Chauffe-eau solaire individuel : prime de 700€;
- Système solaire combiné (chauffe-eau + chauffage) : 2 000€ si non intégré à la toiture, 2 500€ si intégré,

Solaire Photovoltaïque :

- Prime de 2 000 €/kWc dans la limite de 5 kWc.

Evolution des installations en Région Nord-Pas de Calais :

La région Nord - Pas de Calais est passé de 14 installations solaires réalisées chez les particuliers en 2001 à 534 en 2006 pour un total de 1059 installations.

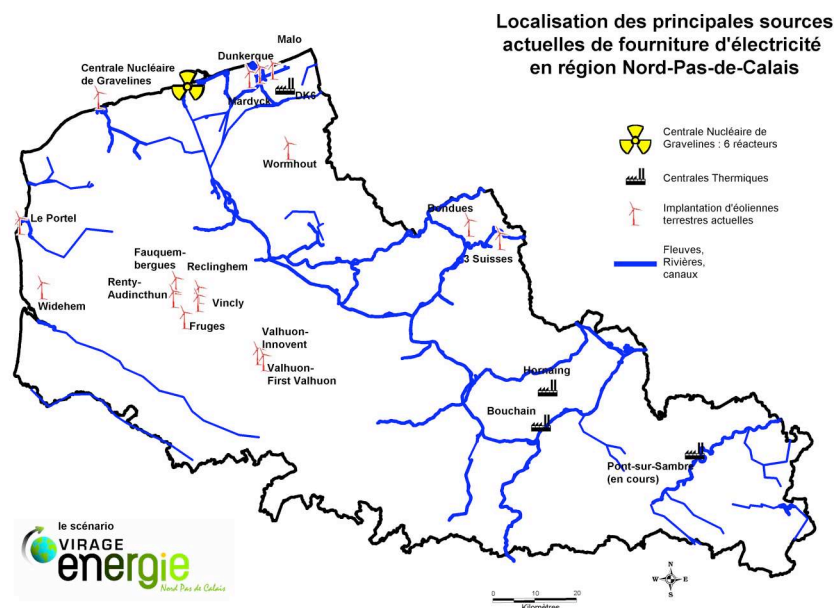
Proportion logements anciens/neufs des installations solaires thermiques : en 2005, 75% des 250 installations concernaient les logements anciens et 25% les logements neufs (source : CESR, 2006)..

Le développement du solaire en région résulte d'un croisement d'initiatives publiques, privée et associatives :

- initiatives publiques : par les primes solaires du Conseil Régional et de l'ADEME depuis 2001, par le crédit d'impôt de 50 % depuis 2006, par les primes locales de villes et collectivités, par le soutien au réseau des Espaces Info Energie.
- initiative privée : par le label Qualisol pour plus de 300 entreprises artisanales,
- initiatives associatives : par le développement d'associations pour la promotion des énergies renouvelables.

¹⁰⁴ Liste détaillée et mise régulièrement à jour des collectivités locales aidant financièrement l'installation de capteurs solaires photovoltaïque et thermique : <http://www.renouvelablesenfete.com>

Annexe 3 - Production actuelle d'électricité en région



Annexe 4 - Le prix d'achat de l'énergie produite

L'article 10 de la loi n°2000-108 du 10 février 2000 précise que les conditions d'achat prennent en compte les coûts d'investissements et d'exploitation évités par ces acheteurs, auxquels peut s'ajouter une prime prenant en compte la contribution de la production livrée ou des filières à la réalisation des objectifs définis par cette loi. Le niveau de cette prime ne peut conduire à ce que la rémunération des capitaux immobilisés dans les installations bénéficiant de ces conditions d'achat excède une rémunération normale des capitaux, compte tenu des risques inhérents à ces activités et de la garantie dont bénéficient ces installations d'écouler l'intégralité de leur production à un tarif déterminé.

Chaque filière fait l'objet d'un arrêté tarifaire spécifique pris par les ministres chargés de l'économie et de l'énergie, après avis du Conseil supérieur de l'énergie et de la Commission de régulation de l'énergie.

Les arrêtés tarifaires initiaux ont été pris en 2001, 2002 et 2003. De nouvelles conditions d'achat de l'électricité produite à partir d'énergies renouvelables ont été définies en 2006 par les arrêtés du 10 juillet 2006 pour les filières suivantes : biogaz, énergie éolienne, énergie photovoltaïque, géothermie, et par l'arrêté du 1er mars 2007 pour la filière hydraulique.

Pour la filière solaire photovoltaïque, un guide technique précise les critères d'éligibilité des équipements de production d'électricité photovoltaïque pour le bénéfice de la prime d'intégration au bâti définie à l'annexe de l'arrêté du 10 juillet 2006.

Les arrêtés suivants prévoient de nouvelles conditions d'achat de l'électricité produite à partir de certaines sources d'énergies renouvelables. Le tableau ci-après résume les principales conditions :

Pour la filière solaire photovoltaïque, un guide technique précise les critères d'éligibilité des équipements de production d'électricité photovoltaïque pour le bénéfice de la prime d'intégration au bâti définie à l'annexe de l'arrêté du 10 juillet 2006.

Tableau 1 : Synthèse des tarifs d'obligation d'achat de l'électricité produite par les énergies renouvelables prévus par la réglementation. DGEMP-Dideme. Février 2005.

| Filière | Date des arrêtés ministériels définissant les conditions de rachat | Durée des contrats | Exemple de tarifs pour les nouvelles installation |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hydraulique | 1 ^{er} mars 2007 | 20 ans | 6,07 c€/kWh + prime comprise entre 0,5 et 2,5 pour les petites installations + prime comprise entre 0 et 1,68 c€/kWh en hiver selon la régularité de la production |
| Biogaz et méthanisation | 10 juillet 2006 | 15 ans | entre 7,5 et 9 c€/kWh selon la puissance, + prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 3 c€/kWh , + prime à la méthanisation de 2c€/kWh |
| Energie éolienne | 10 juillet 2006 | 15 ans (terrestre) 20 ans (en mer) | - éolien terrestre : 8,2 c€/kWh pendant 10 ans, puis entre 2,8 et 8,2 c€/kWh pendant 5 ans selon les sites. - éolien en mer : 13 c€/kWh pendant 10 ans, puis entre 3 et 13 c€/kWh pendant 10 ans selon les sites. |
| Géothermie | 10 juillet 2006 | 15 ans | - Métropole : 12 c€/kWh , + prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 3 c€/kWh - DOM : 10 c€/kWh , + prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 3 c€/kWh |
| Energie photovoltaïque | 10 juillet 2006 | 20 ans | - Métropole : 30 c€/kWh , + prime d'intégration au bâti de 25 c€/kWh - Corse, DOM, Mayotte : 40 c€/kWh , + prime d'intégration au bâti de 15 c€/kWh . |
| Suite à un récent rescrit de la DGI le 8 mai 2007, la TVA normale s'applique si vous choisissez la vente complète de l'électricité produite. En revanche, le taux réduit de 5.5% s'applique sur les 3000 premiers watts installés dans le cas où seul le surplus d'électricité est revendu. Néanmoins, même avec une TVA à 19.6% , il demeure plus intéressant de vendre la totalité de l'électricité produite. | | | |

Source : DGEMP, 2006

Ces dispositions ne s'appliquent pas aux contrats en cours à la date de publications au JO des arrêtés ci-dessus.
Ces contrats demeurent régis par les conditions prévues par les arrêtés ci-dessous.

| Filière | Date des Arrêtés ministériels définissant les conditions de rachat | Durée des contrats | Fourchette de tarifs pour les nouvelles installations (métropole) |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Combustion de matières fossiles végétales (biomasse) | 16 avril 2002 | 15 ans | 4,9 c€/kWh + prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et de 1,2 c€/kWh |
| Méthanisation | 10 juillet 2006 | 15 ans | 4,6 c€/kWh + prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 1,2 c€/kWh |
| Géothermie | 13 mars 2002 | 15 ans | 7,62 c€/kWh + prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 0,3 c€/kWh |
| Photovoltaïque | 13 mars 2002 | 20 ans | 5,25 c€/kWh en France continentale et 30,5 en Corse et Dom |
| Biogaz de décharge | 3 octobre 2001 | 15 ans | 4,5 à 5,72 c€/kWh selon la puissance + prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 0,3 c€/kWh |
| Déchets ménagers sauf biogaz | 2 octobre 2001 | 15 ans | 4,5 à 5 c€/kWh + prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 0,3 c€/kWh |
| Cogénération | 31 juillet 2001 | 12 ans | 6,1 à 9,15 c€/kWh environ en fonction du prix du gaz, de la durée de fonctionnement et de la puissance |
| Hydraulique | 25 juin 2001 | 20 ans | 5,49 à 6,1 c€/kWh selon la puissance + prime comprise entre 0 et 1,52 c€/kWh en hiver selon régularité de la production |
| Éolien | 10 juillet 2006 | 15 ans | 8,38 c€/kWh pendant 5 ans, puis 3,05 à 8,38 c€/kWh pendant 10 ans selon les sites |

Source : DGEMP, 2006

Annexe 5 - Glossaire

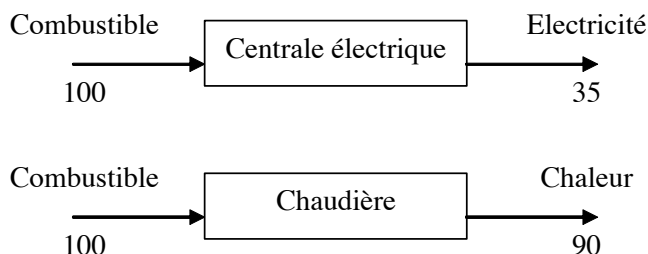
Biogaz Le biogaz désigne le gaz issu de la méthanisation de matières organiques. Des matières organiques sont mises en fermentation dans des cuves fermées. On obtient alors un gaz qui contient du méthane (et en moindre quantités : CO₂, SO₂, NH₄, ...) appelé biogaz.
Les matières organiques peuvent se présenter sous différentes formes : lisiers, effluents industriels et urbains, compost.

Combustion Réaction chimique durant laquelle un corps (le combustible) brûle en dégageant de la chaleur

Cogénération La cogénération est un procédé permettant la production simultanée d'électricité et de chaleur. L'intérêt se situe dans l'augmentation de rendement. Les technologies conventionnelles de production d'électricité à partir de combustible ont des rendements qui varient de 30% (centrale électrique charbon, pétrole, nucléaire) à 60% (centrale à cycle combiné au gaz). Les technologies de cogénération permettent, en récupérant en plus la chaleur, de faire monter ce rendement à plus de 90%.

Exemple : si l'on compare deux installations différentes.

1) une centrale électrique conventionnelle plus une chaudière (production de chaleur)

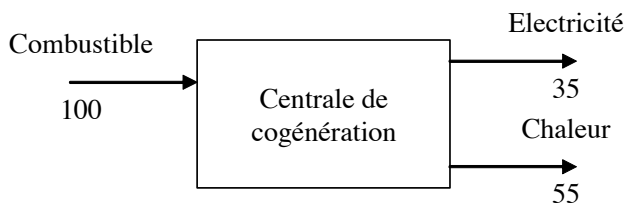


Le rendement de la centrale électrique est de $35/100=35\%$

Le rendement de la chaudière est de $90/100=90\%$

Le rendement global est de $(90+35)/200=62\%$

2) une centrale de cogénération



Le rendement global de la centrale de cogénération est de $(35+55)/100=90\%$

Sur cet exemple, on gagne 18 points de rendement. Les proportions de production d'électricité et de chaleur ainsi que les rendements des systèmes de cogénération varient selon les types de technologies.

Rendement Rapport entre l'énergie sortante et l'énergie entrante d'un système.

Ex : le rendement moyen d'une centrale électrique est de 30%. Ce qui veut dire que seulement 30% de la chaleur apportée par le combustible est convertie en électricité, le reste est perdu (il chauffe l'atmosphère ou les rivières ou les océans...)

Trigénération La trigénération consiste en la production frigorifique par valorisation de la chaleur d'une cogénération. La cogénération étant aujourd'hui en partie limitée par des besoins en chaleur trop peu importants, le couplage d'un système de production de froid permet de valoriser la chaleur qui ne trouve pas d'application en dehors de la saison de chauffe. Elle permet aussi d'assurer la valorisation de la chaleur produite en été, ce cas de figure faisant notamment référence au secteur tertiaire où les locaux seraient chauffés en hiver et

| | |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | climatisés en été. Une centrale de trigénération fonctionne à Montpellier depuis 2000, mais il s'agit de la seule trigénération actuellement raccordée à un réseau. |
| La gazéification / la pyrolyse | Ce sont des procédés qui permettent la transformation d'un combustible solide en combustible gazeux. Ils peuvent s'appliquer aussi bien à des combustibles fossils (charbon) qu'à des combustibles renouvelables (bois), qu'à des déchets... |
| DIB | Déchet industriel banal. Ce sont tous les déchets qui ne sont pas générés par des ménages, et qui ne sont ni dangereux ni inertes. On retrouve des emballages (cartons, palettes), des déchets de productions (sciures, résidus...), des produits usagés (invendus...) |
| Réseau de chaleur | Circuit d'eau chaude ou de vapeur alimentant en chaleur une série de bâtiments. Il peut être à l'échelle d'une ville, d'un village, d'un quartier, d'un lotissement, d'une université... |
| Eolien | Energie produite à partir de la force du vent. L'énergie du vent est captée grâce à des pales qui mettent en rotation un rotor relié un générateur. L'énergie électrique ainsi produite peut être distribuée sur le réseau électrique grâce à un transformateur. |
| Géothermie | La géothermie ou « chaleur de la terre » se présente sous forme de réservoirs de vapeur ou d'eaux chaudes ou encore de roches chaudes. Lorsque le réservoir géothermique est à une température modérée, cette ressource est exploitée pour de la production de chaleur distribuée par un réseau de chaleur. Elle est particulièrement développée dans les bassins aquitain et parisien pour le chauffage urbain. Lorsque la température du réservoir géothermique est plus élevée et permet de produire de la vapeur, il est possible de produire de l'électricité. |
| Méthanisation | Traitement naturel des déchets organique qui conduit à une production combinée de gaz convertible en énergie (biogaz), provenant de la décomposition biologique des matières organiques dans un milieu en raréfaction d'air (appelée « fermentation anaérobie » car sans oxygène) et d'un digestat (les déchets « digérés »), utilisable brut ou après traitement (déshydratation et compostage, hygiénisation) comme compost. La méthanisation concerne plus particulièrement les déchets organiques riches en eau et à fort pouvoir fermentescible (fraction fermentescible des ordures ménagères, boues de station d'épuration, graisses et matières de vidange, certains déchets des industries agroalimentaires, certains déchets agricoles). |
| Solaire thermique | Le solaire thermique est essentiellement utilisé pour la production d'eau chaude sanitaire et quelquefois pour des planchers chauffants. Un capteur solaire (sur le toit du bâtiment ou à proximité) récupère la chaleur pendant les heures d'ensoleillement. Un fluide caloporteur (de l'eau éventuellement additionnée de glycol) achemine l'énergie vers un système de stockage (ballon d'eau chaude sanitaire et/ou dalle du plancher). Le solaire thermique peut également produire du froid via une climatisation. Des systèmes à air chaud, de diffusion très limitée, existent également ; des pompes à chaleur fonctionnant sur capteur solaire sont en cours de développement (système pompe à chaleur haute température). Nécessité d'un appoint en métropole : en métropole, la totalité des besoins d'eau chaude sanitaire ne sont pas couverts par l'apport solaire. Il est donc nécessaire de recourir à un appoint intégré dans le ballon de stockage. Une résistance électrique asservie prioritairement aux Heures Creuses fournit alors l'énergie de complément (de 20 à 60 %). Les chauffe-eau sont les applications solaires thermiques les plus répandues. Il existe aussi des planchers chauffants solaires plutôt adaptés à la construction neuve ou à des réhabilitations lourdes. La chaleur stockée est redistribuée en priorité dans un ballon de stockage d'eau chaude sanitaire (ECS), puis dans un réseau de tubes à basse température. On parle alors de système solaire combiné (SSC). |
| Solaire photovoltaïque | Désigne l'énergie récupérée et transformée directement en électricité à partir de la lumière du soleil par des panneaux photovoltaïques. Elle résulte de la conversion directe dans un semi-conducteur (le silicium, le CdTe, l'AsGa, le CIS, etc...) d'un photon en un mouvement d'électron. Une installation photovoltaïque se compose de modules solaires, eux mêmes constitués de cellules photovoltaïques, à base de silicium le plus souvent. Ces générateurs transforment directement l'énergie solaire en électricité (courant continu). La puissance est exprimée en Watt-crête (Wc), unité qui définit la puissance électrique disponible aux bornes du générateur dans des conditions d'ensoleillement optimales. Un ou plusieurs onduleurs convertissent le courant continu produit en courant alternatif à |

50 Hz et 220 V. Selon le choix retenu, tout ou partie de la production est injecté sur le réseau public, et le reste est consommé par le producteur. Lorsque la production photovoltaïque est insuffisante, le réseau fournit l'électricité nécessaire.

Dans des cas particuliers (principalement dans les DOM) il peut être avantageux d'adjoindre au générateur photovoltaïque un parc d'accumulateurs pour le stockage d'énergie. On parlera alors d'un système sécurisé, permettant de produire de l'électricité, même en cas de rupture de la fourniture d'énergie par le réseau public (intempéries, dévastations cycloniques, etc.).

Pompes à chaleur : les différents types

Les pompes à chaleur permettent de récupérer l'énergie contenue dans l'environnement (l'air, l'eau, le sol) et de la restituer à un niveau plus élevé de température, afin de pouvoir l'utiliser pour chauffer de l'eau ou un logement.

L'énergie consommée par l'appareil, correspond à l'énergie nécessaire pour transférer et valoriser l'énergie gratuite prélevée dans l'environnement.

De ce fait, pour couvrir 100 % des besoins de chauffage, il est nécessaire de consommer 20 à 40 % d'électricité. Les 60 à 80 % restants proviennent de l'énergie gratuite et renouvelable de l'environnement que ce système valorise. Les différents types de pompes à chaleur :

- Les pompes à chaleur sur l'air permettent de récupérer les calories contenues dans l'air extérieur. Cette solution est plus particulièrement adaptée aux régions où l'hiver n'est pas trop rigoureux ;
- Les pompes à chaleur à eau utilisent quant à elles les calories captées dans les eaux de nappe ou de surface (lacs, rivières...) et les restituent pour chauffer les locaux ;
- Les pompes à chaleur sur sol (aussi appelées « géothermiques de surface ») récupèrent les calories du sol au moyen d'un réseau de tubes enterrés (capteur) dans le jardin et les restituent par exemple à un plancher chauffant. Le capteur peut être disposé soit horizontalement soit verticalement ;
- Les pompes à chaleur réversibles peuvent inverser le trajet des calories en été. Il est alors possible avec le même appareil de chauffer un logement en hiver et de le rafraîchir en été.

Limites des pompes à chaleur. Comme pour toute pompe à chaleur, il est nécessaire de fournir une calorie sous forme d'électricité pour obtenir 3 calories (dépend des performances de la pompe à chaleur). Le système ne peut donc être considéré comme « durable » que si l'électricité d'appoint est d'origine renouvelable.

Chauffage collectif au bois

Le chauffage collectif au bois est encore très faiblement développé en France. Notre pays est d'ailleurs en ce domaine également mal classé en Europe puisque son ratio de consommation de chaleur collective au bois par habitant est dix fois plus faible que celui de la Suède, de la Finlande, du Danemark ou encore de l'Autriche, où les pouvoirs publics encouragent très fortement la diversité de leur approvisionnement, notamment à partir de bois-énergie.

Annexe 6 - Les freins actuels au photovoltaïque

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Persistance de nombreuses incohérences | <p>Par le biais des dispositions réglementaires mises en place en 2007, la filière photovoltaïque a pu voir le nombre d'installations s'accroître, au regard du rythme confidentiel des cinq précédentes années. Ce « développement » en cours à l'échelle de la France ne peut que, cependant, s'apparenter à un léger frémissement au regard des politiques menées par nos voisins allemands ou espagnols.</p> <p>Les producteurs d'électricité photovoltaïque se voient néanmoins pénalisés par la persistance d'incohérences administratives et réglementaires. L'association Solaire en Nord a d'ailleurs alerté en octobre 2007 les participants au Grenelle de l'environnement sur les nombreux freins posés au développement de l'électricité photovoltaïque en France aujourd'hui¹⁰⁵.</p> |
| Fiscalité déloyale | <p>L'acte de poser des panneaux photovoltaïques sur la toiture est irréversible pour le producteur : l'argent consacré à ce type de projet est bloqué pendant plusieurs années. Financièrement l'opération est déficitaire pour une période allant de 8 à plus de 30 ans (suivant la date d'installation). Malgré cela, dès la première année, les producteurs paient des impôts sur leur production d'électricité¹⁰⁶ ;</p> |
| L'abandon injustifié du taux réduit de TVA | <p>Depuis le 8 mai 2007, le taux de TVA appliqué aux installations photovoltaïques a été ramené de 5,5% à 19,6%¹⁰⁷. Cette révision va à l'encontre du sens de la loi d'orientation sur l'énergie n°2005-781 du 13 juillet 2005¹⁰⁸ et s'avère contraire aux dispositions réglementaires concernant l'application du taux réduit de TVA¹⁰⁹.</p> |
| Non harmonisation des tarifs de rachat entre anciennes et nouvelles installations | <p>Les installations antérieures à l'entrée en vigueur des nouveaux tarifs de rachat (juillet 2006) ne bénéficient pas de ces derniers aux montants pourtant plus avantageux.</p> <p>Alors que les installations récentes bénéficient du tarif de 0,30€ à 0,55€ le kWh en intégration, le tarif de rachat appliqué aux installations antérieures à juillet 2006 reste à 0,14€. Le principe d'égalité devrait pourtant être appliqué, <i>a fortiori</i> pour les pionniers qui ont « osé » l'expérimentation photovoltaïque au milieu des années 1990 en mettant au second plan le déficit économique qu'ils s'imposaient.</p> <p>Dans tous les cas, il faut déduire des frais de raccordement différents d'une installation à l'autre et souvent prohibitifs, des frais de gestion en supplément de l'abonnement EDF acquittés pour chaque habitation. Pour les pionniers signataires d'un contrat avant 2006, la situation est tout à fait décourageante : l'ensemble de ces déductions rendra l'installation déficitaire.</p> |
| Obstacles politiques et administratifs dénoncés par l'Europe | <p>Depuis un an, la publication, par la Direction générale des impôts (DGI), de ces deux rescrits et du rescrit RES N°2007/9 FP relatif au cré dit d'impôt vient ajouter des difficultés aux obstacles administratifs et politiques qui empêchent actuellement le développement de la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable. Ces obstacles sont par ailleurs dénoncés par la Commission Européenne, dans son rapport de 2005 sur la directive 2001/77/CE.</p> |
| Un avenir incertain | <p>De nombreuses incertitudes demeurent quant à la considération donnée aux producteurs d'électricité photovoltaïque à l'avenir : quelles sont les garanties à l'avenir de ne pas subir de nouveaux prélèvements (taxation en cas de vente de la maison ou de succession, incidence sur le calcul des taxes d'habitations et foncières...) ?</p> |
| Enjeu : simplifier les procédures et créer un véritable statut de | <p>L'enjeu aujourd'hui pour lever les barrières apposées face à la filière se situe à deux niveaux : la simplification des procédures et la création d'un statut de consommateur-producteur appliqué également aux collectivités locales et aux bailleurs sociaux.</p> |

¹⁰⁵ Pour plus d'informations : association Solaire en Nord. Cette association de producteurs d'électricité photovoltaïque a pour but d'informer, d'aider et d'agir pour le développement du solaire photovoltaïque dans le Nord-Pas-de-Calais. www.solaireennord.org

¹⁰⁶ rescrit RESN°2007/20 (FE) du 29/05/07.

¹⁰⁷ Rescrit RES N°2007/12 (TCA), Direction Générale des Impôts.

¹⁰⁸ Il y est précisé dans l'annexe que l'Etat « favorise la construction d'une part significative de logements dans lesquels il est produit plus d'énergie qu'il n'en est consommé ».

¹⁰⁹ Pour bénéficier du taux réduit de la TVA, le rescrit introduit une limitation de puissance à 3 kWc soit 30 m² de toit solaire et une contrainte supplémentaire exprimée dans l'extrait suivant : « *En revanche, le taux normal s'applique lorsque l'énergie produite par les installations n'alimentent pas le logement (contrat de revente de la totalité de l'électricité)* »*. Sur ce dernier point, le contrat, relatif au logement éligible, est de nature purement administrative et ne concerne pas la réalité du phénomène physique. En effet, dans les deux cas (achat du surplus ou de la totalité), l'énergie produite par l'installation est consommée prioritairement par le logement concerné. Seul le mode de comptage change ce qui se traduit par un montage différent du compteur de production. Il s'agit là par conséquent d'une discrimination qui n'a pas lieu d'être : dans les deux cas l'impact environnemental des installations concernées est identique. Pour plus d'information : association Solaire en Nord.

**consommateur-
producteur**

Annexe 7 – Le micro-éolien

**Le petit éolien,
victime collatérale
des ZDE**

La filière éolienne comprend à la fois le grand éolien (éoliennes de 1 à 3 MW), le moyen éolien et le petit éolien (dont les pâles mesurent généralement moins de 15 mètres de diamètre).

Dans l'esprit de la loi, l'obligation des ZDE a été créée, pour les parcs de grand et moyen éolien. Le législateur n'a cependant procédé à aucune différenciation selon la taille des machines concernées et le micro ou petit éolien s'est retrouvé intégré dans ce dispositif malgré lui.

En conséquence, à partir du 14 juillet 2007, les Directions régionales de l'industrie et de la recherche (Drire) ne délivrent plus de certificat ouvrant droit à l'obligation d'achat pour les petites éoliennes situées hors ZDE. Et ce certificat est pourtant une condition indispensable pour pouvoir raccorder une petite éolienne au réseau électrique public.

Cette disposition réduit considérablement le marché des petites éoliennes. Les ZDE en effet ne couvrent pas tous les territoires, *a fortiori* les secteurs urbains ou semi-urbains où le micro éolien est particulièrement adapté. La réglementation actuelle condamne de facto les professionnels du secteur.

Ces éoliennes sont destinées à être utilisées près de l'habitation et ont un impact inexistant sur le grand paysage. Tout comme le grand et le moyen éolien, elles présentent aussi de fortes possibilités de développement industriel pour la France.

Les professionnels du petit éolien¹¹⁰ proposent d'ajuster la loi appliquée au ZDE. Les petites éoliennes pourraient être définies comme celles ne dépassant pas 36kVA (environ quinze mètres de diamètre) et ainsi de les extraire du projet de loi sur les ZDE.

**Extraire le petit
éolien de la loi sur
les ZDE.**

La question du petit éolien, dont le potentiel est limité dans notre région, fera l'objet de débats publics par pays. Il faudra aussi tenir compte du potentiel de nouvelles technologies prometteuses, comme l'utilisation de machines à axe vertical à insonorisation active en milieu urbain. Pour le scénario Virage-énergie, on a négligé cette production en considérant qu'il est inclus dans le potentiel terrestre »...

¹¹⁰ www.krugwind.com

Annexe 8 - Les techniques de stockage de l'électricité et de la chaleur

Les batteries

Les batteries pour les cas isolés Un stockage couramment utilisé (dans les automobiles, les sous marins, ...) consiste à charger des batteries d'accumulateurs qui restituent l'électricité quand on en a besoin. Cette méthode, qui peut s'avérer la meilleure dans des cas simples et isolé géographiquement, est complètement illusoire à grande échelles (tonnages gigantesques, plomb et acide sulfurique en très grandes quantités ou autres produits chimiques toxiques...)

Le pompage – stockage

Adapté à la montagne Bien que la méthode de pompage – stockage ne soit applicable qu'en pays montagneux, et donc inutilisable pour le scénario Virage-énergie, il est intéressant de l'exposer car elle est efficace et très peu connue.

Le pompage-stockage est le fait de remonter l'eau d'un bassin à un autre pour la stocker en attente d'un besoin en électricité. L'eau est pompée en heures creuses puis turbinée en heure de pointe pour produire de l'électricité, comme dans un ouvrage hydroélectrique classique.

Ceux qui prépareront et mettront en œuvre un « plan Virage-énergie » en pays de montagne pourront étudier utilement cette filière.

Un exemple intéressant : les barrages-usines de la Coche en Savoie

En 1970, EDF a inauguré les barrages-usine de La Coche en Savoie, à Aigueblanche à côté de Moutiers. Cet ensemble est constitué de deux barrages situés respectivement à 400 mètres et 1 400 mètres, l'usine étant située sous le barrage « du bas ». Dans cette usine un ensemble de turbines-pompes et lié à un alternateur-moteur qui permet 2 fonctionnements :

- production d'électricité par la chute d'eau (comme dans les barrages hydroélectriques classiques),
- utilisation de l'électricité (à un moment où elle est excédentaire sur le réseau) pour remonter l'eau du barrage du bas à celui du haut. Cette eau, en redescendant à la demande, « produira » à nouveau de l'électricité.

Cet ensemble permet à EDF de « stocker » de l'électricité nucléaire (par exemple la nuit) lorsque la consommation électrique diminue et de la « restituer » le jour suivant lorsque la consommation augmente à nouveau.

Quelques chiffres¹¹¹ :

- la puissance maximale, en production d'électricité ou en pompage est de 320 MW (ce qui correspond au quart de la puissance d'un réacteur nucléaire),
- le rendement global est de 75%,
- en moins de 5mn les 320 MW sont mis en œuvre (en turbine ou en pompe),
- cette puissance peut être fournie pendant 9 à 10h par jour (c.a.d. pour intervenir au niveau de la différence de consommation jour-nuit).

Dans la perspective d'utilisation massive d'éoliennes et/ou de panneaux photovoltaïques, cette méthode peut être développée à deux niveaux :

- les barrages hydroélectriques existants : il suffit de créer une retenue d'eau « en bas » et une usine du même type que celle de La Coche en dessous. Cela donnerait une capacité de stockage importante sur la période jour-nuit mais également (grâce aux grands barrages) sur les périodes mensuelles ;

la création de nouveaux ensembles « deux barrages couplés + une usine » est à étudier car si la création de barrages hydroélectriques classiques a épuisé tous les sites possibles, c'est à cause, essentiellement, de l'approvisionnement en eau. Or les « barrages couplés + usine » doivent seulement compenser les pertes par évaporation, ce qui est considérablement moins volumineux et peut se faire par une ressource en eau au niveau du barrage du bas.

¹¹¹ ces chiffres sont extraits du panneau d'affichage situé à l'entrée du tunnel menant à l'usine.

L'hydrogène

Le procédé En période de production électrique excédentaire, on électrolyse de l'eau, ce qui nous fournit de l'oxygène et de l'hydrogène sous forme gazeuse. On comprime l'hydrogène jusqu'à le rendre liquide (environ 200 atmosphères) et on le stocke dans des bouteilles d'acier. On utilise alors, quand on veut, cet hydrogène dans des moteurs à explosion ou dans des piles à combustible pour en tirer de l'énergie. Cette méthode, au niveau du « carburant », est sans aucune pollution à la sortie pot d'échappement : à la fin, on ne produit que de l'eau (dans la même quantité que celle utilisée au départ)

Un exemple régional : l'« Ultim Car »

Une piste de recherche dans ce domaine a déjà été amorcée par l'entreprise lilloise « H2 Développement ». Cette société a réalisé la conversion d'un véhicule à essence en véhicule à hydrogène : « l'Ultim Car » (et rencontré l'opposition d'un constructeur automobile français).

L'électricité utilisée au départ étant produite par des éoliennes, l'ensemble du procédé ne produit que des traces de CO₂. Le stade suivant du développement du projet est la transformation d'autobus roulant au gaz naturel (notamment à Dunkerque) en remplaçant ce gaz par un mélange hydrogène-gaz naturel¹¹². A suivre.

Le stockage inertiel

Technologie disponible et sans polluant

Le stockage d'énergie par volant d'inertie est une technologie disponible aujourd'hui³⁶. Il s'agit d'un cylindre massif qui accumule l'énergie d'une unité de production d'énergie en tournant. Cette technologie ne dégage ni polluant, ni gaz à effet de serre. Un générateur électrique, situé, sur le volant permet de transformer l'énergie cinétique en électricité. Le rendement des volants varie entre 85 et 98 % selon la technologie employée.

Ainsi les volants magnétiques de stockage peuvent restituer plusieurs MWh sur plusieurs heures. Ces volants seraient implantés dans les parcs éoliens ou photovoltaïques pour fournir de l'énergie la nuit ou en absence de vent, ce qui diminuerait les intermittences de production d'électricité des installations¹¹³.

Le stockage d'air comprimé

Exemple allemand

Le stockage d'air comprimé dans des cavités profondes est un procédé éprouvé pour stocker l'énergie. Cet air est comprimé avec l'électricité fournie par un parc éolien ou photovoltaïque quand la demande électrique est faible mais que la production des renouvelables est forte.

Lorsque la consommation électrique se renforce, l'air est détendu dans une turbine et mélangé à du gaz pour fournir de l'électricité. La proportion d'air dans le mélange brûlé par la turbine à gaz est supérieure au mélange ordinaire d'une turbine, ce qui permet des économies de combustible. En Allemagne, à Hundorf, le stockage d'air comprimé en profondeur fait fonctionner une turbine de 290 MW pendant 3 heures.

Le stockage de la chaleur

Stocker la chaleur solaire pour l'eau chaude et le chauffage

L'Allemagne a développé une technologie qui permet de stocker la chaleur fournie par les panneaux solaires thermiques. Ce sont des ballons de stockage de chaleur qui contiennent des dizaines de milliers de mètres cubes d'eau chaude (technique évoquée aussi dans la première partie du document).

La chaleur accumulée l'été peut être conservée plusieurs mois pour être restituée en hiver. Cette chaleur alimente ensuite des réseaux de chaleur. On profite ainsi au maximum de la capacité du solaire thermique à fournir du chauffage. De telles installations à proximité de parcs solaires thermiques permettent de diminuer le recours aux énergies fossiles et nucléaires pour produire de l'eau chaude sanitaire ou du chauffage^{114 115}.

¹¹² projet Althytude : www.althytude.info/

¹¹³ Jamasb, Tooraj Nuttall, William J. Pollitt, Michael G, *Future Electricity Technologies and Systems*, Cambridge Press 2006.

¹¹⁴ Ruddell A. 2006, *Electrical energy storage*, pp. 303-330 in Tooraj Jamasb, William J Nuttali and Michael G.Pollit, in ,*electricity technologies and systems*, Cambridge University Press 2006.

¹¹⁵ « Seasonal storage – a German success story », *Sun&Wind Energy* 1/2007 p.48-58.

Le stockage de l'électricité sous forme liquide¹¹⁶

Stocker l'énergie solaire et éolienne dans des cuves

La centrale éolienne de King Island, une île du sud de l'Australie, expérimente depuis 2003 un accumulateur à circulation qui emmagasine l'excédent d'électricité produit lorsque le vent souffle fort pour le restituer lorsqu'il est faible.

Une commercialisation proche

Ce système pourrait permettre d'alimenter le réseau en l'absence de vent ou de soleil. A King Island, le générateur thermique qui prend le relais des éoliennes quand il n'y a pas de vent a vu sa consommation de fioul diminuer de moitié. L'équipe de recherche de l'université de Nouvelles Galles du sud à Sidney est en passe de prouver la capacité à passer au stade de la commercialisation de ce procédé pourtant connu depuis longtemps.

Les batteries utilisent des électrolytes (liquides dans lesquels baignent les plaques de l'accumulateur) qui ne sont pas stockés à l'intérieur mais dans deux réservoirs externes. C'est leur mise en contact, dans une cuve centrale, qui produit de l'électricité. Pour la recharge, l'apport de courant provenant des éoliennes assurent la séparation des deux électrolytes qui sont à nouveau stockés dans leurs réservoirs. L'avantage ici, par rapport au système des batteries classiques, réside dans sa capacité à fournir aussi bien un kilowattheure que plusieurs centaines de mégawattheures.

¹¹⁶ Ihaddadène L. (2007), « Stocker l'énergie des éoliennes pour produire de l'électricité sans vent » in *Le Monde*, 9-10 septembre.

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Synthèse des propositions de politiques | 2 |
| Introduction : l'approche adoptée dans la présente analyse | 3 |
| 1. Transports et changement climatique : éléments de contexte et enjeux..... | 4 |
| 2. Quelles sont les nuisances liées aux transports en région ? | 7 |
| 2.1. La pollution atmosphérique rend malade et tue | 7 |
| 2.2. Le bruit a également des conséquences sanitaires graves..... | 15 |
| 2.3. D'autres nuisances sont encore à déplorer..... | 17 |
| 3. Le coût des nuisances : une évaluation à l'échelle de la région..... | 21 |
| 3.1. Les coûts de la pollution atmosphérique | 21 |
| 3.2. Evaluation des coûts économiques du bruit..... | 24 |
| 3.3. Le coût des accidents | 25 |
| 3.4. Le coût de la congestion urbaine | 26 |
| 3.5. Effet de serre : le coût du dérèglement climatique | 27 |
| 3.6. Comparatif intermodal des coûts externes..... | 28 |
| 3.7. Conclusion : intervenir pour rééquilibrer le système..... | 29 |
| 4. Concurrence entre modes de transports : quels dysfonctionnements ? quels leviers d'actions possibles ? | 31 |
| 4.1. Le transport routier..... | 31 |
| 4.2. Le transport ferroviaire | 33 |
| 4.3. Le transport fluvial..... | 35 |
| 4.4. Le transport maritime | 36 |
| 4.5. Le transport aérien | 36 |
| 4.6. Le calcul de rentabilité des infrastructures de transport : une méthode à revoir | 37 |
| Conclusion : juguler les nuisances disproportionnées et internaliser les couts, c'est réguler la concurrence deloyale entre transports..... | 39 |
| ANNEXES | 40 |
| ANNEXE 1 Les transports en France et en Nord-Pas de Calais : éléments de contexte et enjeux | 41 |
| ANNEXE 2 - Transformer le système de transports : autres propositions d'actions..... | 47 |
| 1. Quels changements organisationnels opérer ?..... | 48 |
| 2. Législation des transports : quelles mesures mettre en œuvre ? | 61 |
| 3. Responsabiliser les citoyens et les acteurs économiques et institutionnels | 62 |
| ANNEXE 3 - La vitesse généralisée..... | 64 |
| ANNEXE 4 - Bibliographie | 65 |
| ANNEXE 5 – Sigles et acronymes | 69 |

Synthèse des propositions de politiques

Les problématiques en région identifiées par la présente étude du chapitre Transports

Les freins au développement des voies ferrées et fluviales sont avant tout d'ordre économique. Or, la concurrence entre les modes de transport est réellement faussée. Aujourd'hui, le vrai coût du transport, notamment routier, ne correspond pas au prix payé.

Sur la base d'études environnementales et sanitaires officielles, Virage-énergie a, par exemple, estimé que la pollution engendrée par les transports par route était la cause de 2 700 décès par an en région. Cela représente plus de dix fois le nombre d'accidents de la circulation dans la région : 255 morts en 2005 (plus de détails : cf. partie 2 du présent chapitre).

Les décès et les maladies provoqués par la pollution de l'air, le bruit, les dégâts causés par le réchauffement climatique, les accidents de la route... représentent des coûts estimés de 2 à 6% du Produit Intérieur Brut régional (soit entre 1,7 et 5,9 milliards d'euros). Ces préjudices sont aujourd'hui supportés par la collectivité et non par les usagers du transport (plus de détails : cf. partie 3).

Si ces coûts « externes » étaient davantage pris en compte dans le prix du transport mais aussi dans le calcul de la rentabilité des infrastructures, les modes fluviaux et ferrés, moins polluants, deviendraient plus compétitifs (plus de détails : cf. partie 4).

Les propositions de politiques publiques

Au niveau national et européen :

- des mesures strictes sont à prendre au plus vite dans les domaines de la fiscalité et des réglementations techniques et sociales (plus de détails : cf. partie 4).

Au niveau de la région, les politiques à mettre en œuvre sont de deux ordres :

Développer l'intermodalité pour les marchandises et pour les voyageurs

- **Investir dans la modernisation du réseau ferroviaire régional et du réseau fluvial** pour en développer les capacités d'absorption du trafic : doublement des voies ferrées, grand gabarit fluvial de niveau européen (canal Seine Nord) ;
- **Garantir la rentabilité des pôles majeurs d'intermodalité marchandises** en facilitant la proximité des clients : localiser les clients (industriels, entrepôts de distribution, etc.) au plus près des pôles multimodaux ferroviaires et fluviaux tels que Dourges, Lomme, Dunkerque, Cambrai ;
- **Penser le transport de marchandises en ville** en préservant les fonctions existantes du port de Lille et en maintenant l'embranchement ferroviaire dans l'aménagement futur du quartier Saint Sauveur à Lille.
- **Développer les services ferroviaires de voyageurs** à l'échelle régionale, pour des liaisons inter-urbaines plus attractives : cadencement des lignes T.E.R, réalisation rapide d'un ambitieux réseau de tram-train à l'échelle de la métropole lilloise...
- **Poursuivre la réalisation des Plans de Déplacements Urbains (PDU)** pour un partage plus équitable de la voirie entre voiture et modes doux ; **obliger la mise en place de PDE (Plans Déplacements d'Etablissements)** pour toute structure génératrice de flux réguliers de transports (entreprises, administrations, universités, établissements scolaires...).

Les conditions de réussite : s'opposer à tout développement des modes polluants

- **Contre toute création ou élargissement d'autoroute, en particulier contre une éventuelle A24** : parce qu'elle est superflue au regard des liaisons Amiens-Belgique qui existent déjà par ailleurs (A16, A29-A1-A2), parce qu'elle ne profiterait qu'à un développement de la logistique routière autour d'Amiens, parce que les transports routiers polluent et intoxiquent déjà trop en région.
- **Contre toute extension des fonctions de l'aéroport de Lille-Lesquin** : parce que l'avion est le mode le plus polluant en CO₂ et le plus bruyant, Lille-Lesquin ne doit pas devenir la troisième plate-forme aéroportuaire du bassin de l'Île-de-France.

Introduction : l'approche adoptée dans la présente analyse

Une question à se poser, celle des coûts du transport

L'objectif de l'analyse est ici de clarifier les enjeux du débat entre transport et environnement à partir d'une question centrale : quels sont les coûts du transport pour la société ? Pourquoi ne pèsent-ils pas sur son développement éffréné ? Car enfin est-il raisonnable de souhaiter autre chose que la route à tout va ?

Cette question, lorsqu'elle est posée de façon explicite et argumentée, peut interpeller une série « d'acteurs » :

Interpeller citoyens et élus pour les aider à peser le « pour et le contre »

- des citoyens qui constatent les problèmes et pèsent « le pour et le contre » face aux solutions avancées,
- l'ensemble des élus qui ont à prendre par principe des décisions touchant l'intérêt général, et s'interrogent sur le sens de celui-ci. Là encore leur pratique les amène toujours à peser « le pour et le contre », dans des domaines qu'en général ils connaissent bien parce que les traitant depuis plusieurs années dans le cadre de leurs mandats électoraux.

Convaincre pour des modes moins polluants

Nous apportons ici des résultats argumentés et chiffrés qui vont au-delà de la redite de grands principes déjà souvent affirmés et prônés de « transports durables » : moins de voiture, moins de camions, plus de trains, plus d'intermodalité.

Au delà de l'affirmation, il faut expliquer : pourquoi ce qui peut apparaître a priori un choix « volontariste » doit devenir une évidence, et comment y arriver à un prix (individuel et collectif) qui n'a rien de démesuré à y regarder de près.

L'objectif ici :

Ceci guide la trame du texte qui suit :

- quantifier les nuisances du transport en région

- d'abord en rappelant la nature et les effets des multiples nuisances, c'est-à-dire des pollutions, qui sont engendrées par les transports. Sur la nature de ces nuisances, on en a le plus souvent une notion relativement générale, voire même imprécise quant il s'agit de l'ampleur des effets sur la santé. On montrera que la mesure de ces nuisances aboutit à des impacts qui sont loin d'être négligeables quand on en fait une évaluation scientifique ;

- estimer ces « coûts externes » insuffisamment pris en compte aujourd'hui

- mais il faut aussi rappeler comment ces différents effets physiques sont pris en compte, ou non, dans les calculs de rentabilité des projets par les spécialistes de politique des transports quand ils envisagent de nouvelles infrastructures, telles les autoroutes ou lignes TGV... Et c'est là qu'on s'aperçoit que même quand on croit que les transports coûtent chers, le coût supporté par les usagers est loin de recouvrir l'intégralité de ce que les transports et leurs nuisances coûtent à la société : ce qu'on appelle des « coûts externes » ;

- comprendre les raisons de l'hégémonie de la route

- face à ces coûts, il reste à saisir ce qui favorise l'hégémonie du transport routier vis-à-vis des autres modes de transport moins polluants. Il faut donc comprendre ce qui peut influencer pour corriger ce qu'il faut bien appeler des « distorsions de concurrence » : la réglementation sociale du travail, les normes techniques des véhicules, la fiscalité et ses fondements, la disponibilité des infrastructures... Sur chacun de ces sujets, toutes les autorités compétentes (Europe, Etat ou collectivités locales) ont à prendre leurs responsabilités ;

- dégager les actions possibles

- proposer des pistes concrètes pour la région

- les éléments que l'on aura alors présentés conditionnent le développement du transport, outrancier ou raisonné, selon les multiples choix politiques. On saisira alors mieux les tenants et aboutissants de ces choix. Cette analyse des coûts et du marché du transport nous permettra alors d'esquisser les principales pistes qui apparaissent réalisables et raisonnables pour notre région Nord – Pas de Calais.

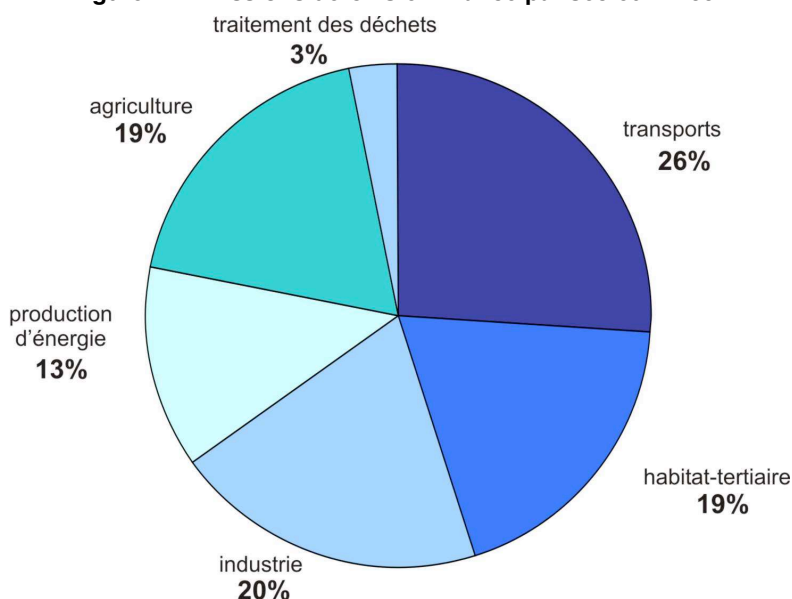
1. Transports et changement climatique : éléments de contexte et enjeux

Le secteur des transports de personnes et de marchandises constitue le premier secteur émetteur de gaz à effet de serre en France. Il représente 28% des émissions totales de CO₂ en France en 2004. C'est de surcroît le secteur qui présente la plus forte augmentation : + 22,7 % sur la période 1990-2004¹.

Les transports : première source d'émissions de gaz à effet de serre

Les transports sont aujourd'hui le premier secteur émetteur de gaz à effet de serre (GES) responsables du réchauffement climatique. En France, les transports contribuent à hauteur de 26%² aux émissions brutes, devançant ainsi le secteur de l'industrie (20%), le résidentiel - tertiaire (19%), et l'agriculture (19%).

Figure 1 : Emissions de GES en France par secteur - 2004



Réalisation : Virage-énergie NPDC, 2007

Source : CITEPA, *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France – séries sectorielles et analyses étendues SECTEN*, 2006.

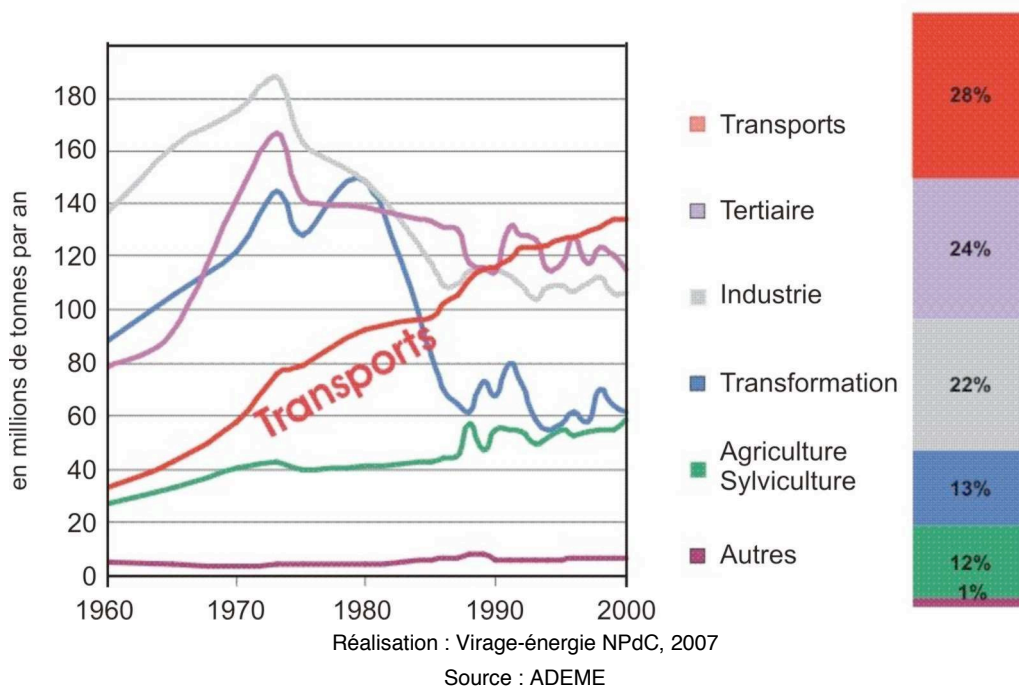
Une hausse préoccupante des émissions

Alors que les principaux secteurs d'activité stabilisent ou diminuent fortement leurs rejets de CO₂ (industrie, agriculture, énergie et déchets), le secteur des transports voit ses émissions augmenter : + 23% ces quinze dernières années (voir figure 2). Cette augmentation est due à la croissance continue des trafics routiers ces dernières décennies.

¹ Source : CITEPA - Ministère de l'Ecologie et du Développement durable, graphique *Evolution des émissions de gaz à effet de serre par secteur en France sur la période 1990-2004*, février 2006.

² MIES, CITEPA in *Changement climatique et transports*, Réseau Action Climat France (RAC-F), 2007, p.16.

Figure 2 : Evolution des émissions de gaz à effet de serre en France – tendances de 1960 à 2000



Rejets de GES par les transports : prédominance de la route et tendance à la hausse

Sur l'ensemble des transports, la route est le secteur le plus émetteur de gaz à effet de serre : elle représente 92% des rejets de GES émis par les transports.

La tendance est à la hausse : le mode routier poursuit son développement, avec une progression annuelle de 2% pour la voiture et de 3% pour les poids lourds.

On retrouve cette tendance à l'échelle européenne : le transport de marchandises par route s'est accru de 54% depuis 1980 et le transport de passagers par route a augmenté de 46% au cours des dix dernières années dans l'Union Européenne³.

Transports et énergie : là encore, la route en première place

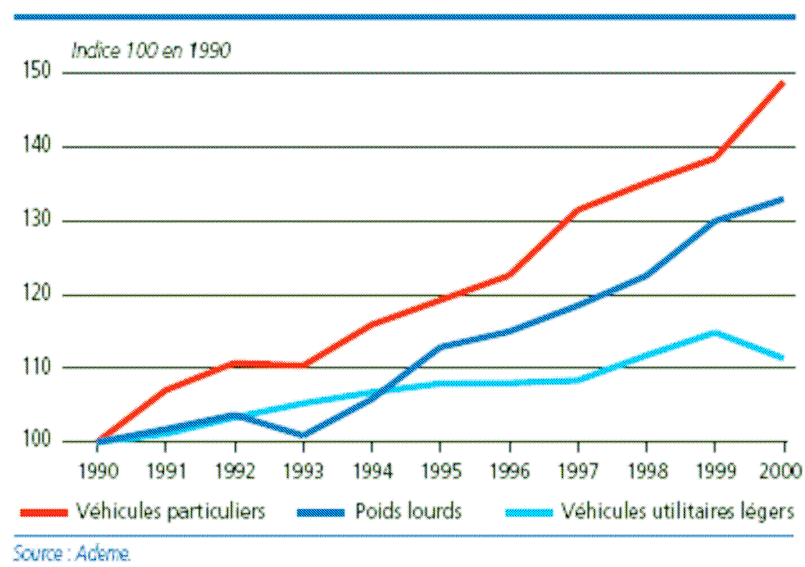
La part du secteur des transports dans la consommation nationale de produits pétroliers est de 49 Mtep⁴, ce qui représente 53 % de la consommation totale nationale.

Ce sont les transports routiers (voitures particulières, véhicules utilitaires et poids lourds) qui présentent le bilan le plus énergivore. En effet, la route à elle seule représente 81 % de la consommation d'énergie du secteur des transports. La tendance est là encore à la hausse (voir figure 3).

³ Parlement Européen – Fiche technique 4.9.2. *La pollution atmosphérique* – 10/03/2000.

⁴ Données 2005. ADEME – *Le transport routier de marchandises: des impacts énergétiques et environnementaux importants* (20/03/2007) www2.ademe.fr/servelet/getDoc?cid=96&m=3&id=43612&ref=19684&p1=B

Figure 3 : Evolution de la consommation énergétique nationale du transport routier⁵



Plus d'informations sur la situation énergétique des transports en Nord-Pas de Calais : cf. annexe n°1.

⁵ Valérie Morel, « IFEN, 2004, *L'environnement en Nord-Pas-de-Calais*. Cahiers de l'environnement, IFEN, Orléans, 245 p. », *Développement durable et territoire*, Publications de 2004, mis en ligne le 2 février 2005. developpementdurable.revues.org/document1230.html

2. Quelles sont les nuisances liées aux transports en région ?

Pollutions locales et globales, bruit, accidents, maladies, dégâts climatiques... Ces multiples nuisances liées aux transports sont connues de tous. Mais quelle est l'ampleur de ces effets à l'échelle régionale ? Nous voulons ici apporter un certain nombre d'éléments qui rappellent la diversité de ces pollutions et permettent de cerner l'ampleur de nuisances concrètes, dont les effets se font tout particulièrement sentir au niveau de la population régionale.

2.1. La pollution atmosphérique rend malade et tue

Les multiples polluants de l'air

Définitions

Les polluants atmosphériques sont des agents chimiques issus de l'activité humaine. Ils sont pourtant directement nocifs pour l'homme ou altèrent les conditions de l'environnement dont il dépend.

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE) du 30 décembre 1996 définit la pollution de l'air comme « *l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels et à provoquer des nuisances olfactives excessives* ».

Aujourd'hui dans les villes, la pollution d'origine industrielle a cédé la place à une pollution plus diffuse et plus proche des populations, liée aux transports.⁶

A l'origine des pollutions, les activités humaines

Les activités humaines générant des polluants sont de cinq types :

- l'habitat (avec le chauffage notamment),
- l'industrie (matières premières ou produites, procédés de combustion...),
- les bureaux et commerces (tertiaire : chauffage, éclairage, climatisation, réfrigération, appareillages...),
- l'agriculture (mécanisation, épandages chimiques divers),
- les transports motorisés.

Les différents polluants surveillés

Les substances qui font l'objet d'une attention particulière de la part des réseaux de surveillance sont les polluants les plus courants suivants :⁷

- **Dioxyde de soufre (SO₂)** : combustion de charbon et de fuel (chauffages domestiques et collectifs, combustions industrielles telles que centrales électriques et raffineries), certains procédés industriels et transports (véhicules diesel).
- **Dioxyde et monoxyde d'azote (NO₂, NO, NOx)** : transports (gaz d'échappement des véhicules), industries (production d'engrais, d'acide nitrique, etc...), combustion à partir du fuel et du charbon (centrales électriques, raffineries).
- **Ozone (O₃)** : polluant secondaire formé par réaction chimique à partir des oxydes d'azote (NOx) et des hydrocarbures sous l'action des rayons ultraviolets du soleil. Une partie de l'ozone dit "naturel" correspond à une réaction d'équilibre entre les oxydes d'azote et l'ozone tandis que les teneurs importantes sont issues de la rupture de cet équilibre par les hydrocarbures.
- **Monoxyde de carbone (CO)** : combustion incomplète des combustibles et carburants (hydrocarbures : charbon, fuel, essence, gasoil, gaz domestique) dans les gaz d'échappement des véhicules et chauffages collectifs ou domestiques.

⁶ Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'environnement et du Travail (AFSSET), 2006, *Pollution atmosphérique urbaine*, avril 2006.

⁷ Synthèse des sources <http://www.airdesbeffrois.org/> et AFSSET « Pollution atmosphérique urbaine », avril 2006.

- **Composés Organiques Volatils (COV)**: pour la plus grande part des hydrocarbures issus du trafic routier (gaz d'échappement imbrûlés), de l'évaporation à partir du stockage des hydrocarbures (stations service et centres de stockage) et de l'utilisation industrielle, professionnelle et domestique des solvants (peintures, vernis, colles, résines). Les BTX, pour Benzène, Toluène et Xylène, sont particulièrement suivis car, dans le cas du benzène notamment, il est introduit dans l'essence depuis quelques années en remplacement du plomb afin d'augmenter le pouvoir antidétonant de l'essence.
- **Métaux lourds, plomb (Pb)**: véhicules à essence contenant du plomb, certains procédés industriels et certaines peintures.
- **Poussières en Suspension (PS)**: chauffages industriels et domestiques, industries et transports (en particulier diesel). Elles sont parfois accompagnées d'autres substances adsorbées (hydrocarbures aromatiques polycycliques notamment, partie des COV).

Les transports sont impliqués pour une part importante, voire prédominante, dans une liste de 17 polluants primaires tels que recensés par le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (Citepa) qui les regroupe en 5 « familles » selon leurs effets.

Tableau 1 : Polluants primaires émis par les transports

| Classe de polluants | Polluants | Contribution des transports sur le total national des émissions |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| gaz à effet de serre | CO ₂ : dioxyde de carbone | 26% |
| | HFC : hydrofluorocarbures | 18% |
| | N ₂ O : protoxyde d'azote | 6% |
| | CH ₄ : méthane | traces |
| métaux lourds | Cu = cuivre | 88% |
| | Pb = plomb | 13% (transport aérien) |
| produits organiques persistants (POP) | HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycliniques | 18% |
| | HCB : hexachlorobenzène | |
| particules en suspension | TSP : Poussières Totales en suspension | 10% |
| | PM ₁₀ : particules fines de diamètre inférieur à 10 microns | 13% |
| | PM _{2.5} : particules fines de diamètre inférieur à 2.5 microns | 14% |
| | PM _{1.0} : particules fines de diamètre inférieur à 1 micron | 19% |
| acidification, eutrophisation, photochimie | SO ₂ : dioxyde de soufre | 3% |
| | NO _x : oxydes d'azote | 51% |
| | NH ₃ : ammoniac | 4% |
| | COVNM : composés organiques volatils non méthaniques | 21% |
| | CO : monoxyde de carbone | 31% |

Réalisation : Virage-énergie NPdC, 2007

Source : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA), rapport SECTEN, février 2007, page 179.

Des effets nocifs sur tout notre environnement

Effets globaux et effets locaux

La pollution atmosphérique se manifeste à la fois :

- par des effets globaux, essentiellement des changements climatiques tels que effet de serre, destruction de la couche d'ozone stratosphérique et pluies acides ;
- par des effets locaux tels que l'altération des bâtiments par corrosion et noircissement, l'altération du domaine minéral naturel (eau, sol, sous-sol), la baisse de rendement et maladies chez les végétaux, les maladies respiratoires et cardio-vasculaires chez les êtres humains.

Gaz à effet de serre et changement climatique

Les **gaz à effet de serre** sont responsables du réchauffement du climat avec ses multiples nuisances de plus en plus visibles : canicules, inondations, sécheresses, modifications des écosystèmes... la part des transports intervient à hauteur de 26 % pour le CO₂, principal gaz à effet de serre de par la quantité globale émise.

Métaux lourds et particules toxiques pour l'Homme et l'environnement

Les **métaux lourds** sont des toxiques puissants provoquant diverses maladies graves quand ils sont ingérés par le corps humain. Pour le cuivre, les transports sont responsables à 88 % de la quantité répandue.

Les **produits organiques persistants** (POP), qui ne sont pas des métaux mais des composés d'hydrocarbures, ainsi que les **particules en suspension**, sont impliqués notamment dans les cancers. Les **produits acides** et apparentés causent notamment des irritations et asphyxies, et dégradent édifices et monuments, forêts et cours d'eau. Il est à noter que la source principale des oxydes d'azotes (NOx) est le transport routier, 47% du total des émissions⁸.

Au total, l'ampleur de ces substances polluantes crée de multiples atteintes, directes ou indirectes, ou encore cumulatives, sur l'ensemble de l'environnement. Pour l'Homme les conséquences sanitaires sont très préoccupantes, même si elles ne sont pas toujours les plus perceptibles car les effets se font ressentir à long terme.

Un impact direct sur la santé humaine

Maladies respiratoires, allergies, irritations, effets cancérigènes : des effets multiples...

Nous respirons en moyenne 15 à 17 m³ d'air par jour et la qualité de l'air a ainsi un impact direct sur la santé humaine, avec des effets multiples :

- le plus souvent, la pollution chimique altère la fonction respiratoire en engendrant des irritations (dioxyde de soufre, ozone, poussières en suspension) ou des maladies respiratoires chroniques (oxydes d'azote).
- d'autres phénomènes peuvent également se produire, par fixation dans le corps : le monoxyde de carbone inhibe l'oxygénation des tissus en se fixant à l'hémoglobine du sang ; le plomb peut provoquer des troubles neurologiques dus au saturnisme. Certains composés organiques volatils (benzène notamment) ont des effets cancérigènes.
- de manière globale, la pollution chimique peut rendre l'appareil respiratoire de sujets fragilisés plus vulnérable à d'autres affections (patients souffrant d'insuffisance respiratoire, d'affections cardiovasculaires, d'allergies respiratoires, sujets immunodéprimés).

... Mis en évidence par des études scientifiques

Depuis que des études ont commencé à être menées dans ce domaine, c'est-à-dire depuis quelques années seulement (milieu des années 1990), ces effets néfastes et mesurables ont été mis en évidence.

Corrélation entre pollution automobile et pathologies ORL

Les résultats d'une enquête⁹, menée par des Néerlandais sur plus de 4000 enfants suivis de la naissance jusqu'à l'âge de 4 ans, mettent ainsi en évidence la gravité des effets nocifs sur la santé. La conclusion est alarmante et sans appel : « il existe bien une corrélation entre l'exposition à la pollution automobile et plusieurs des pathologies étudiées : un asthme constaté par un médecin, des sifflements bronchiques, des infections ORL, ainsi que des gripes et des rhumes

⁸ Inventaires des émissions de polluants atmosphériques en France, séries sectorielles et analyses étendues, Format SECTEN, février 2006, p24 [Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France - Séries sectorielles et analyses étendues - Format SECTEN](#)

⁹ résultats publiés le mercredi 26 avril 2007 dans *l'European Respiratory Journal*.

sévères. Le risque d'avoir de l'asthme est majoré de 30 % par rapport à celui d'un enfant non exposé. Pour les autres affections, le risque est augmenté de 20 %. »¹⁰.

Autre exemple, une étude menée en Californie sur le développement des fonctions pulmonaires des enfants¹¹ :

Vivre à moins de 500 mètres d'une autoroute = déficits dans les fonctions respiratoires

« Plus de 3 600 enfants et adolescents résidant en Californie du sud ont été suivis pendant huit ans, entre 10 et 18 ans. Leurs fonctions pulmonaires ont été mesurées chaque année. Les enfants et adolescents ayant vécu à moins de 500 mètres d'une route à fort trafic avaient des "déficits substantiels" dans le développement de leurs fonctions respiratoires par rapport à ceux ayant vécu à plus de 1,5 km d'une voie à fort trafic. (...) Même lorsque la pollution est faible dans la région, les risques pour la santé des enfants vivant à proximité d'un axe routier important sont accrus.

« Compte tenu de l'importance des effets constatés, "une réduction de l'exposition aux polluants liés au trafic conduirait à des bénéfices substantiels pour la santé publique", soulignent les auteurs, invitant à en tenir compte dans la réglementation. (...) "Ces résultats posent d'importantes questions de société sur la structure de notre système de transport, les moteurs, les carburants, la combustion et la poussière des routes dans les zones urbaines", relève Thomas Sandstrom (*University Hospital, Umea, Suède*) dans un commentaire publié dans *The Lancet*. »¹².

Des limites à ne pas dépasser... et à faire respecter

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a produit une série de valeurs limites qu'elle recommande de ne pas dépasser en fonction de plusieurs types de durée d'exposition (heure, journée, année...).

Remarque : un pic de pollution peut éventuellement être toléré par l'organisme sans dommage sur une durée (très) courte mais une pollution doit rester nettement plus basse dans la durée.

Tableau 2 : Les recommandations de l'O.M.S pour les limites d'exposition aux polluants¹³

| POLLUANT | RECOMMANDATIONS DE L'OMS |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 500 sur 10 min 350 sur 1 heure 125 sur 24 heures 50 sur l'année |
| Particules en suspension ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 70 sur 24 heures |
| CO (mg/m^3) | 100 sur 15 min 60 sur 30 min 30 sur 1 heure 10 sur 8 heures |
| NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 400 sur 1 heure 150 sur 24 heures |
| O₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 150 à 200 sur 1 heure 100 à 120 sur 8 heures |
| Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 0,5 - 1,0 sur l'année |

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme par mètre cube d'air

mg/m^3 : milligramme par mètre cube d'air

¹⁰ « Une étude mesure les effets de la pollution sur les enfants », Le Monde, 26.04.2007

¹¹ « Les poumons des enfants affectés durablement par le trafic routier » : dépêche AFP de janvier 2007 annonçant la publication de l'étude dans la revue médicale « *The Lancet* ».

¹² « Les poumons des enfants affectés durablement par le trafic routier » AFP, Paris, 26.01.2007 (11:17:59)

¹³ www.airdesbelfrois.org/

La France a adopté le 8 juillet 2003 un programme de réduction des principaux polluants, en application de la directive européenne dite « plafonds d'émissions nationaux ». Le tableau suivant résume les polluants suivis, leurs effets connus et les valeurs visées en France. Mais il reste encore à régler la question des moyens existants pour atteindre et respecter ces objectifs, alors même qu'on pourrait être amené à revoir à la baisse ces limites compte tenu des études qui apparaissent progressivement.

Tableau 3 : Polluants surveillés en France : effets et normes ¹⁴

| Polluant | Effets sur la santé | Normes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Valeurs limites et objectifs de qualité (applicables en 2005 ou en 2010 *) |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| dioxyde de soufre (SO ₂) | Irritant respiratoire très soluble, rapidement absorbé par les surfaces humides de la bouche et du nez, provoquant affections telles que toux et exacerbant les troubles bronchiques | moyenne annuelle : 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne journalière : 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (- de 3 jours/an) moyenne horaire : 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (- de 24 heures/an) |
| dioxyde d'azote (NO ₂) | Irritations et troubles de l'appareil respiratoire, crises d'asthme et bronchilite. | moyenne annuelle : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne horaire : 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (- de 18 heures/an) |
| ozone (O ₃) | Polluant irritant des yeux de la gorge et des poumons (toux, essoufflements, larmolements...), peut altérer la fonction respiratoire et la résistance aux infections. | moyenne sur 8 heures : 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne horaire : 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne journalière : 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| monoxyde de carbone (CO) | Se fixe irréversiblement sur l'hémoglobine du sang à la place de l'oxygène (asphyxie) : atteinte du système nerveux central et des organes sensoriels, intoxication mortelle lors d'exposition prolongée avec des concentrations élevées. | <i>Attention : en mg/m3</i> moyenne glissante sur 8 heures : 10 mg/m³ |
| composés organiques volatils (benzène,...) | Variables selon les composés et la durée : de la gêne olfactive aux effets cancérigènes... Irritant les yeux et les poumons, ils peuvent engendrer des bronchites par intoxication chronique et seraient responsables à long terme de cancers. | moyenne annuelle pour le benzène : 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| poussières (PM ₁₀) | Irritant très actif par altération des fonctions respiratoires, crises d'asthme avec à long terme des bronchites chroniques et altérations de la fonction pulmonaire dont certaines peuvent être mutagènes ou cancérigènes. | moyenne annuelle : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne journalière : 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (- de 35 jours/an) |
| plomb (Pb) | Effets toxiques tels que saturnisme | moyenne annuelle pour le plomb : 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

(*) : d'ici la date d'application une marge de tolérance chiffrée pour chaque année est autorisée.

¹⁴ Synthèse des sources : principalement www.airdesbeffrois.org/ complétée par Agence française de sécurité sanitaire environnementale (AFSSE) « Pollution atmosphérique urbaine » avril 2006, et www.citepa.org/pollution/effets.htm

Des effets délétères non seulement graves mais aussi d'une ampleur insoupçonnée

Ne pas minimiser les effets de la pollution sur la santé

Au-delà de la connaissance des diverses pathologies engendrées par la pollution de l'air, il faut prendre conscience que ces pathologies ne se résument pas à un simple « inconfort » et qu'elles comportent des conséquences très graves car d'une ampleur largement insoupçonnée.

Une étude internationale de référence du Professeur Künzli pour l'OMS

Nos remarques s'appuient en particulier sur une étude scientifique pionnière menée sous l'égide de l'OMS et publiée en 1999 : l'étude dite de « Künzli », du nom de son auteur principal.

Cette étude constitue une référence reconnue dans la mesure des effets de la pollution de l'air sur la santé en termes de mortalité et de morbidité (maladies causées), et elle a servi comme telle au Plan National Environnement Santé (PNSE) lancé par le gouvernement en 2004¹⁵.

Appliquer les résultats de cette étude à l'échelle de notre région

Il ne s'agit pas ici de présenter ou de discuter le détail de l'étude dans sa méthode et ses procédés scientifiques, nous renvoyons les lecteurs intéressés à l'étude elle-même. Puisque cette étude a été amplement validée par la communauté scientifique et même reprise par les autorités gouvernementales, nous nous concentrons sur la présentation de ses résultats, particulièrement éloquentes, et pourtant nous semble-t-il encore peu connus du grand public.

Tableau 4 : Mortalité et morbidité dues à la pollution atmosphérique en France (1999)

| FRANCE | Cas attribuables à la pollution totale | Cas attribuables au trafic routier |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Mortalité à long terme (adultes > 30 ans) | 31 692 (*) 19 202 – 44 369 | 17 629 10 681 – 24 680 |
| Hospitalisations pour causes respiratoires (tous âges) | 13 796 1 491 – 26 286 | 7 674 829 – 14 622 |
| Hospitalisations pour causes cardio-vasculaires (tous âges) | 19 761 10 440 – 29 362 | 10 992 5 807 – 16 333 |
| Cas de bronchites chroniques (adultes > 25 ans) | 36 726 3 262 – 73 079 | 20 429 1 814 – 40 650 |
| Bronchites aiguës (enfants < 15 ans) | 450 218 198 450 – 813 562 | 250 434 110 388 – 452 544 |
| Jours d'activité restreinte | 24 579 872 20 692 055 – 28 519 982 | 13 672 554 11 509 956 – 15 864 240 |
| Crises d'asthme (enfants < 15 ans) | 242 633 149 141 – 337 151 | 134 965 82 960 – 187 540 |
| Crises d'asthme (adultes > 15 ans) | 577 174 281 130 – 879 091 | 321 053 156 378 – 488 994 |

Réalisation: Virage-énergie NPDC, 2007, d'après : Künzli N. et al, *Public health impact of outdoor and traffic-related air pollution : a tri-national European assessment*, The Lancet, 2000.

(*) Note sur le tableau: les deux nombres séparés d'un tiret en dessous de chaque nombre mentionné en gras constituent l'"intervalle d'appréciation" relatif à la méthodologie de l'étude (indice de confiance à 95%)

¹⁵ KÜNZLI N, KAISER R, MEDINA S, STUDNICKA M, CHANEL O, FILLIGER P, HERRY M, PUYBONNIEUX-TEXIER V, QUENEL P, SCHNEIDER J, SEETHALER R, VERGNAUD JC AND SOMMER H (2000) : "Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment". Lancet 356: 795-801. Sur le PNSE cf. <http://www.afsse.fr>

Une réalité sans doute encore plus grave que les résultats présentés par Künzli ...

Un rapport rédigé pour le compte du Ministère de l'Équipement en vue d'évaluer le coût des infrastructures de transport, et qu'on ne peut guère soupçonner de forcer le trait, souligne combien les résultats de cette étude sont à considérer comme des chiffres a minima par rapport à une réalité sans doute sous-estimée :

« Le pourcentage de PM₁₀¹⁶ imputable au trafic routier a été estimé à partir de données proposant un ratio entre les émissions dues au trafic routier et celles dues à l'industrie et au secteur résidentiel, en Suisse. Cette approche a été retenue, faute d'autres données disponibles. En France, elle implique probablement une sous-estimation de la contribution des transports, caractérisés par une forte diésélisation du parc de véhicules, aux concentrations de PM₁₀. Les niveaux de PM₁₀ estimés doivent donc être considérés comme des niveaux minimums d'exposition. »¹⁷

Le Nord – Pas de Calais encore plus durement touché

Proposer une estimation du nombre de morts en Nord – Pas de Calais dus à la pollution atmosphérique, notamment routière

A partir des valeurs de mortalité et morbidité calculées par Künzli, nous avons réalisé une première estimation du nombre de morts en région Nord – Pas de Calais dus à la pollution atmosphérique en général et de **la part due aux transports routiers** en particulier.

Cette approche se veut un ordre de grandeur calculé au prorata des chiffres nationaux présentés dans l'étude de Künzli. Même si ce résultat doit n'avoir pour la région qu'une valeur approximative, nous voulons cependant qu'il ait une réelle signification en termes de vraisemblance scientifique, c'est-à-dire que nous ne voulons pas utiliser un prorata dénué de sens par rapport au sujet.

Si l'on se doute bien que ce prorata doit se calculer à partir du poids de la population régionale au sein de la population française, cette variable n'est cependant pas la seule à entrer en jeu. Pourquoi ? Comme cela a été dit précédemment dans la présentation des émissions de polluants, l'effet des polluants dépend beaucoup de leur concentration dans l'air. Ainsi, nous proposons dans le cadre de cette première approche d'estimer cette concentration comme le rapport de la quantité de polluants émis, en l'occurrence les PM₁₀ qui ont servi de base à l'étude de Künzli, à la superficie régionale sur laquelle ces polluants vont se disperser.

Ainsi l'estimation de la mortalité et morbidité régionale est calculée comme le prorata de la population régionale corrigé d'un « indice de concentration » du polluant en région par rapport à la France entière.

Avec :

- M nombre annuel de morts,
- P population,
- E quantité annuelle d'émission du polluant de référence,
- S surface du territoire concerné,
- et les indices NPC et FR désignant respectivement ces variables pour la région Nord – Pas de Calais et pour la France métropolitaine,

On peut estimer : $M_{NPC} = (P_{NPC}/P_{FR}) \cdot ((E_{NPC}/S_{NPC}) / (E_{FR}/S_{FR})) \cdot M_{FR}$ ¹⁸

où l'on peut définir le terme $(E_{NPC}/S_{NPC}) / (E_{FR}/S_{FR})$ comme un « indice de concentration » déterminant le niveau relatif d'exposition de la population régionale à la pollution atmosphérique par rapport à la moyenne nationale.

¹⁶ particules fines de diamètre inférieur à 10 microns.

¹⁷ Commissariat Général du Plan, *Transports : choix des investissements et coût des nuisances*, président Marcel Boiteux, rapporteur général Luc Baumstark, juin 2001, dit « Rapport Boiteux ».

¹⁸ Méthode et formule proposées par Ludovic Houssin d'après travaux personnels au 31.08.2007.

Tableau 5 - Estimation de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Nord – Pas de Calais

| Variable | France | | Nord-Pas de Calais | | % NPdC/FR | |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------|---------------------|
| Population | 58 520 688 ¹⁹ | | 3 995 871 ²⁰ | | 6,83 | |
| Superficie (ha) | 54 396 500 ²¹ | | 1 241 409 ²² | | 2,28 | |
| Origine pollution | Total | Transports routiers | Total | Transports routiers | Total | Transports routiers |
| Emissions PM10 (t) | 549 000 ²³ | 68 700 ²⁴ | 32 834 ²⁵ | 3 524 ²⁶ | 5,98 | 5,13 |
| Concentration (émissions par unité de surface, kg / ha) | 10,093 | 1,263 | 26,449 | 2,839 | 262,06 | 224,77 |
| Mortalité (chez + 30 ans) | 31 692 19 202-44 369 | 17 629 10 681-24 680 | 5 671 3 436-7 939 | 2 706 1 639-3 788 | 17,89 | 15,35 |
| Hospitalisations pour causes respiratoires (tous âges) | 13 796 1 491 – 26 286 | 7 674 829 – 14 622 | 2 469 267 – 4 704 | 1 178 127 – 2 244 | 17,89 | 15,35 |
| Hospitalisations pour causes cardio-vasculaires (tous âges) | 19 761 10 440 – 29 362 | 10 992 5 807 – 16 333 | 3 536 1 868 – 5 254 | 1 687 891 – 2 507 | 17,89 | 15,35 |
| Cas de bronchites chroniques (adultes > 25 ans) | 36 726 3 262 – 73 079 | 20 429 1 814 – 40 650 | 6 572 584 – 13 077 | 3 135 278 – 11 216 | 17,89 | 15,35 |
| Bronchites aiguës (enfants < 15 ans) | 450 218 198 450 – 813 562 | 250 434 110 388 – 452 544 | 80 562 35 511 – 145 579 | 38 435 16 942 – 69 454 | 17,89 | 15,35 |
| Jours d'activité restreinte | 24 579 872 20 692 055 – 28 519 982 | 13 672 554 11 509 956 – 15 864 240 | 4 398 344 3 702 654 – 5 103 390 | 2 098 393 1 766 489 – 2 434 762 | 17,89 | 15,35 |
| Crises d'asthme (enfants < 15 ans) | 242 633 149 141 – 337 151 | 134 965 82 960 – 187 540 | 43 417 26 687 – 60 330 | 20 714 12 732 – 28 783 | 17,89 | 15,35 |
| Crises d'asthme (adultes > 15 ans) | 577 174 281 130 – 879 091 | 321 053 156 378 – 488 994 | 103 280 50 306 – 157 305 | 49 274 24 000 – 75 048 | 17,89 | 15,35 |

Réalisation : Virage-énergie NPdC d'après : cf. notes de bas de page

Note sur le tableau : les deux nombres séparés d'un tiret en dessous de chaque nombre mentionné en gras constituent l'"intervalle d'appréciation" relatif à la méthodologie de l'étude (indice de confiance à 95%).

¹⁹ INSEE, recensement 1999 – www.recensement.insee.fr/FR/ST_ANA/F2/POPALLPOP1POP1AF2FR.html

²⁰ INSEE - recensement 1999 – www.recensement.insee.fr/FR/ST_ANA/R31/POPALLPOP1POP1AR31FR.html

²¹ INSEE, Population des régions et départements de la France métropolitaine

www.insee.fr/fr/ffc/chifcle_fiche.asp?ref_id=NATTEF01209&tab_id=204

²² CITEPA, 2005, Inventaire départementalisé des émissions de polluants atmosphériques en France en 2000 (février 2005), p221 <http://www.citepa.org>

²³ Inventaires des émissions de polluants atmosphériques en France, séries sectorielles et analyses étendues, Format SECTEN, février 2006, p8 <http://www.citepa.org>

²⁴ CITEPA, 2006, Inventaires des émissions de polluants atmosphériques en France, séries sectorielles et analyses étendues, Format SECTEN, février 2006, p144 <http://www.citepa.org>

²⁵ CITEPA, 2005, Inventaire départementalisé des émissions de polluants atmosphériques en France en 2000 (février 2005), p26 <http://www.citepa.org>

²⁶ CITEPA, 2005, Inventaire départementalisé des émissions de polluants atmosphériques en France en 2000 (février 2005), p285 <http://www.citepa.org>

Cette estimation a vocation d'être un ordre de grandeur réaliste en fonction des résultats de l'étude de Künzli et des critères de pondération expliqués plus haut.

Même approximatifs, ces résultats sont déjà très riches d'enseignements... En particulier :

Résultat : une évaluation réaliste de 5 600 morts dus à la pollution de l'air en région, dont 2 700 à cause de la route

- avec **plus de 5 600 morts estimés dans la région**, la pollution de l'air cause plus de morts en Nord-Pas de Calais que l'ensemble des accidents de la route en France en 2006 (4942 morts). **Et 2 700**, soit environ la moitié de ces morts en région Nord-Pas de Calais, sont directement imputables à la pollution des transports par route. Cela représente plus de dix fois le nombre d'accidents de la circulation dans la région : 255 morts en 2005 ;

Soit 15% du total français !

- alors qu'il ne représente que 6 à 7% de la population française **la région Nord-Pas de Calais représente plus de 15% des morts imputables à la pollution liée aux transports en France**, et même 17 à 18% des morts dues à l'ensemble de la pollution atmosphérique en France ;

Dus à une concentration plus de 2 fois la moyenne nationale

- suivant le principe de causalité à la base de l'étude de Künzli, cette différence d'impact en claire défaveur de la région provient d'une **concentration (émissions de polluant par unité de surface) en particules PM_{10} imputable aux transports plus de deux fois plus élevée que dans le reste de la France**, et d'une concentration totale plus de deux fois et demie plus élevée.

2.2. Le bruit a également des conséquences sanitaires graves

Le bruit causé par les transports représente 55% de la gêne éprouvée par la population française à leur domicile²⁷. A l'instar de la pollution de l'air, le bruit a des effets néfastes sur la santé, et engendre des coûts à l'échelle individuelle et à l'échelle de la collectivité.

Pathologies dues au bruit

Outre les effets observés dans le champ spécifique de l'audition, il existe des effets extra-auditifs du bruit : modifications cardio-vasculaires, hormonales, digestives ou psychiques. L'importance des effets observés dépend de l'intensité et de la fréquence de l'exposition au bruit.

Effets du bruit sur le sommeil

Les effets du bruit sur le sommeil ne sont pas toujours perceptibles par la personne mais n'en sont pas moins négligeables du point de vue de l'état de santé de l'organisme. Prenons l'exemple de riverains d'une voie rapide : un trafic nocturne de six véhicules par minute en moyenne, revient à près de 3 000 passages de véhicules pour une nuit de huit heures. En supposant que le quart seulement de ces bruits entraîne un effet mesurable, cela représente plusieurs centaines de réactions cardio-vasculaires dont on imagine aisément qu'elles entraînent un impact non négligeable pour un organisme censé être au repos.

Effets du bruit sur la santé

Une très récente étude²⁸ publiée par la région Ile-de-France présente des données statistiques sur les liens entre exposition au bruit et état de santé. Ainsi, les chiffres concernant les pathologies le plus fréquemment observées suivant le type d'exposition sont les suivants :²⁹

²⁷ Etude de LAMBERT J., 2003 in AFSSE – Impacts sanitaires du bruit – Etat des lieux, indicateurs bruit-santé – mai 2004, page 172.

²⁸ Région Ile de France, 2007, Etude "Bruit et santé en Ile-de-France", Direction de l'Environnement., juillet, 112 pages. Réalisée par Open Rome (*Organize and Promote Epidemiological Networks* - Réseaux d'Observation des Maladies et des Epidémies), cette étude a été par 78 médecins franciliens auprès de 4 391 patients . Source : *20minutes*, article du 26/09/07 « Etre exposé au bruit peut nuire à la santé ».

²⁹ Région Ile de France, 2007, *Etude "Bruit et santé en Ile-de-France"*, direction de l'Environnement, juillet, 112 pages.

pour le bruit aérien :

- **5,6 fois plus de cas de tension artérielle** chez les hommes de 40 à 69 ans quand leur domicile est survolé par des avions passant à moins de 1000m,
- **2,6 fois plus de cas de tension artérielle** chez les hommes de 15 à 39 ans quand leur domicile est survolé par des avions passant à moins de 2000m,
- **5 fois plus d'hospitalisations** dans les 12 mois précédents chez les femmes de 15 à 39 ans quand leur domicile est survolé par des avions passant à moins de 2000m.

pour le bruit routier :

- **2 fois plus de cas de troubles du sommeil** chez les **hommes de 40 à 69 ans** quand leur domicile est exposé à un bruit supérieur à **65 dB**,
- **1,6 fois plus de cas de troubles du sommeil** chez les **hommes de 40 à 69 ans** quand leur domicile est exposé à un bruit nocturne supérieur à **60 dB**,
- **4 fois plus d'hospitalisations** chez les **femmes de 40 à 69 ans** quand leur domicile est exposé à un bruit supérieur à **60 dB**.

pour le bruit ferroviaire,

- **3 fois plus d'états anxieux** chez les **femmes de 15 à 39 ans** résidant à proximité d'un **point noir ferroviaire**,
- **10 fois plus** de prise d'anxiolytiques ou d'antidépresseurs chez les **femmes 40 à 69 ans** résidant à proximité d'un **point noir ferroviaire**.

Effets du bruit et stress

L'exposition au bruit entraîne une modification de la sécrétion des hormones liées au stress (adrénaline et noradrénaline). Les concentrations de ces hormones sont augmentées de façon significative lors de l'exposition au bruit pendant le sommeil.

Dans une étude réalisée autour de l'aéroport de Munich³⁰, il a été montré que les adultes et les enfants exposés au bruit des avions présentent une élévation du taux des hormones du stress associée à une augmentation de la pression artérielle. Chez les enfants, une telle augmentation des taux hormonaux est accompagnée par une détérioration des capacités cognitives de mémorisation et de réalisation de tâches complexes.

Effets du bruit sur le système immunitaire

Sous l'effet d'agressions répétées liées au bruit, l'organisme peut voir ses capacités de défense diminuer fortement et présenter une plus grande fragilité aux diverses agressions subies : taux de cholestérol accru, viscosité sanguine modifiée, atteinte des globules blancs dont le rôle dans la défense de l'organisme est très important...

Effets du bruit sur la santé mentale

Chez les personnes anxio-dépressives, le bruit joue un rôle déterminant dans l'évolution et le risque d'aggravation de la maladie. Des études conduites en Angleterre³¹ indiquent que le pourcentage des personnes admises dans un service psychiatrique augmente en même temps que l'exposition au bruit de trafic. Des résultats similaires ont été observés au Danemark, autour de l'aéroport de Copenhague, où les consultations et les hospitalisations en service psychiatrique sont nettement plus nombreuses dans les zones exposées au bruit que dans les zones témoins. En France, l'Observatoire d'Epidémiologie Psychiatrique a mis en évidence la perception du bruit comme facteur de nuisance principale chez 59% des patients anxio-dépressifs observés.

Effets socio-économiques du bruit

Les effets du bruit sur les attitudes et les comportements

Que ce soit chez les enfants ou les adultes, au domicile ou au travail, les relations interpersonnelles sont influencées par le bruit. Des expériences en laboratoire ont

³⁰ Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement (AFSSE), 2004, *Impacts sanitaires du bruit – Etat des lieux, indicateurs bruit-santé*, mai, page 167.

³¹ Tarnopolsky A., Watkins G., et al., 1980 – étude citée dans : AFSSE – Impacts sanitaires du bruit – Etat des lieux, indicateurs bruit-santé – mai 2004, page 169.

montré qu'une plus grande agressivité pouvait être manifestée par des personnes exposées au bruit, particulièrement chez celles déjà irritées ou contrariées.

Des travaux ont également noté l'incidence négative du bruit sur l'humeur, une diminution de la sensibilité et de l'intérêt à l'égard d'autrui.

Les effets du bruit sur les performances

De manière générale, le bruit affecte les tâches complexes, c'est-à-dire celles qui requièrent une attention particulière : épreuves de vigilance, de coordination multisensorielle, de doubles tâches ou faisant appel à la mémorisation.

A contrario, les épreuves faciles, les tâches répétitives ou de coordination motrice ne semblent généralement pas affectées par le bruit.

Bruit et intelligibilité de la parole

Le bruit a pour autre effet néfaste de nuire à la qualité des communications orales car il peut provoquer un *effet de masque*. Cet effet est d'autant plus grand que les fréquences sont voisines et les sons graves masquent mieux les sons aigus que l'inverse.

Or, les bruits extérieurs de trafic correspondent à des sonorités graves, ils peuvent masquer la voie humaine et ainsi causer une gêne importante.

Pour une bonne compréhension de ce qui est dit, il faut que les bruits provenant de l'extérieur (tels que les bruits de trafic) soit inférieur d'au moins 10 dB(A) à celui des conversations. Et ce n'est pas en élevant la voix que l'on se fait mieux comprendre, au contraire, cela provoque d'importantes altérations de la parole.

Exposition au bruit et consommation de médicaments

Une étude européenne³² a relevé que dans les zones où le bruit atteignait 55 ou 60 dB, 15% des résidents prenaient des somnifères ou sédatifs presque tous les jours ou plusieurs fois par semaine. A titre comparatif, ce taux est de 4% pour la population totale non affectée par le bruit.

De même, une étude néerlandaise³³ a montré une corrélation entre consommation de médicaments et exposition aux nuisances sonores. Celle-ci indique que les taux de consultation et de prescription médicale sont de 9,5% dans les zones exposées au bruit alors qu'ils sont de 5,7% dans les zones témoins non exposées au bruit.

En plus des effets sanitaires, cette surconsommation médicamenteuse entraîne un coût supplémentaire en termes de dépenses de santé, et donc un coût supplémentaire pour la collectivité.

2.3. D'autres nuisances sont encore à déplorer

Outre les effets liés à la pollution atmosphérique et au bruit, les transports engendrent :

- accidents
- congestion urbaine
- occupation de l'espace
- effets de coupure
- impacts paysagers

Accidents de la route

Le difficile exercice de l'estimation du coût d'une vie

La valeur attribuée aux accidents

Les accidents de la route engendrent de nombreuses conséquences négatives : pertes de capacités productives, coûts directs liés au traitement des accidents, coûts en termes de souffrances physiques et morales...

Il ne s'agit ici pas tant de déterminer la valeur d'une vie humaine, mais plutôt de

³² Organisation Mondiale de la Santé – Bureau régional de l'Europe, 2000 - étude citée dans : AFSSE – Impacts sanitaires du bruit – Etat des lieux, indicateurs bruit-santé – mai 2004, page 170.

³³ Knipschild P. et Oudshoorn N., 1977 – étude citée dans : AFSSE – Impacts sanitaires du bruit – Etat des lieux, indicateurs bruit-santé – mai 2004, page 170.

Les recommandations du rapport Boiteux

lui attribuer un montant estimé et accepté par la collectivité pour la prise en compte d'une vie sauvée, ou fauchée, dans le secteur des transports.

On se basera ici sur l'étude Boiteux qui à partir de cette méthode d'évaluation, a pu fixer une valeur des tués et des blessés sur les routes³⁴.

Valeur de la vie humaine :

Recommandation du rapport Boiteux (page 103) : la valeur de référence à prendre en compte par la puissance publique pour les projets routiers devra être égale à **un million d'euros**. Pour les transports collectifs (et certains longs tunnels routiers), elle sera de 1,5 million d'euros³⁵.

(remarque du rapport Boiteux : cette valeur est à faire évoluer au même rythme que les dépenses de consommation des ménages par tête.)

Valeur attribuée aux blessés graves et légers :

La Commission préconise des travaux plus approfondis sur la valeur monétaire à attribuer aux blessés. En attendant ces estimations plus fines, le rapport donne les valeurs indicatives suivantes :

- coût d'un blessé grave : 15% de la vie humaine,
- coût d'un blessé léger : 2,2 % de la vie humaine

Tableau 6 : Valeurs attribuées aux blessés graves et légers

| | Valeurs rapport Boiteux 2001 | |
|--------------|------------------------------|----------------------|
| | Transport collectif | Transport individuel |
| Blessé grave | 225 000 € | 150 000 € |
| Blessé léger | 33 000 € | 22 000€ |

Congestion urbaine, effets de coupure, occupation de l'espace et impacts paysagers

Selon le rapport Boiteux, ces effets sont difficilement quantifiables de manière précise, mais ils sont tout de même à prendre en compte au regard de leur impact certain sur le milieu.

La congestion routière

Les encombrements liés au trafic routier induisent des nuisances et des coûts

La congestion du trafic peut ne pas être considérée comme une externalité car elle concerne les seuls automobilistes et non pas les non usagers de la route. Mais, si l'on considère les nuisances en termes de pollution atmosphérique, d'occupation de l'espace et de consommation d'énergie, la congestion est bien une externalité. C'est du moins la position défendue par le rapport de la cellule de prospective et de stratégie du ministère de l'Environnement³⁶.

Les coûts de congestion sont les coûts liés à l'utilisation inefficace d'une infrastructure existante. Ces coûts se calculent à partir du temps supplémentaire passé à se déplacer sur une voie encombrée, par rapport à une voie où la circulation est fluide.

Les coûts de congestion n'apparaissent que pour les modes de transport où les usagers individuels décident eux-mêmes de l'utilisation qu'ils font de l'infrastructure. Aussi, les trafics aérien et ferroviaire ne sont pas impactés par ce type de congestion.

Les impacts de déplacement d'une voiture particulière

Pour les déplacements en voiture particulière, les impacts de la congestion sont les suivants :

- des temps de parcours plus longs et d'une durée incertaine ;
- une surconsommation de carburant ;

³⁴ Pour en savoir plus sur la méthodologie d'évaluation : elle est détaillée dans ledit rapport de la page 92 à 98 www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/014000434/index.shtml

³⁵ Remarque du rapport Boiteux : la valeur d'une vie perdue dépend en réalité de l'âge de la victime. La valeur retenue se réfère à l'âge moyen des décès par accidents de transports, qui est de l'ordre de quarante ans.

³⁶ Dominique Dron et Michel Cohen de Lara, Cellule de prospective et de stratégie, *Pour une politique soutenable des transports – Rapport au ministre de l'Environnement*, La Documentation Française, février 2000, page 130.

- une pollution atmosphérique supplémentaire ;
- un risque d'accidents accru ;
- un état de fatigue et de nervosité des usagers ;
- une nuisance pour les piétons et cyclistes.

En terme de statistiques de congestion, les rapports de référence (Boiteux, Dron, Lepeltier) ne donnent que des informations qualitatives sur ces effets. Aucune donnée quantitative n'a été trouvée pour la France ou encore pour le Nord-Pas de Calais.

Mais à titre indicatif, citons une étude du Texas Transportation Institute (TTI) qui a chiffré les heures d'encombrements dans certaines villes des Etats-Unis³⁷ :

Congestion : 93 heures par an et par automobiliste en plus du temps normal de déplacement...

- Los Angeles : 93 heures de congestion urbaine par an et par automobiliste en sus du temps de transport normal.
- San Francisco : 73 heures de congestion urbaine par an et par automobiliste en sus du temps de transport normal.
- Dallas : 61 heures par an et par automobiliste en sus du temps de transport normal.

Les effets de coupure

Coupsures de l'espace, mobilité des modes doux affectée, exclusion de quartiers...des conséquences non négligeables de la présence des infrastructures de transport

Les infrastructures de transport constituent des coupures de l'espace par leur caractère difficilement franchissable, impraticable ou dangereux.

En zone urbaine, les effets de coupure affectent la mobilité des cyclistes et des piétons : accroissement des temps d'attente, de la longueur des parcours et de l'insécurité, et une nécessité accrue d'accompagnement pour les enfants, personnes âgées ou handicapées.

Les coupures en milieu urbain favorisent par ailleurs la déstructuration du tissu urbain et la distension des liens sociaux de quartier, voire même l'exclusion spatiale. Les quartiers dits « défavorisés » sont fréquemment traversés ou séparés du centre de la ville par des voies ferrées, routes nationales ou autoroutes, avec de surcroît toutes les nuisances que le trafic induit.

En zone extra-urbaine, les infrastructures et remembrements associés peuvent couper des chemins et détruire des habitudes de relations sociales, ainsi qu'un potentiel intéressant d'intérêt touristique. Leur localisation de plus en plus fréquente en espaces sensibles – péri-urbains ou en zones d'intérêt faunistique et floristique (ZNIEFF) – les amène à sectionner des sentiers récréatifs, voire de grande randonnée, qui constituent des modes doux d'appropriation et de connaissance du territoire par ses habitants³⁸.

L'occupation de l'espace

Une consommation d'espace difficilement quantifiable

Divers travaux ont évalué la consommation d'espace moyenne par mode de transport ou la place qu'occupent les transports dans certaines métropoles. Mais aucun consensus ne se dégage concernant le coût à attribuer au mètre carré d'espace utilisé, ni sur une méthode d'estimation possible.

Les effets sur le paysage

Infrastructures de transport et paysages : irréversibilité des impacts

Les impacts des transports sur le paysage urbain sont de plusieurs natures³⁹ :

- les infrastructures modifient le paysage urbain, tant pour les usagers que pour les riverains ;
- le cadre de vie de la rue souffre d'une circulation excessive des

³⁷ Source : *Automobile : perte de contrôle aux Etats-Unis* – L.G. Francoeur, Le Devoir, Montréal, édition du 13/09/04.

<http://antivoitures.free.fr/2004/09/automobile-perde-de-contrle-aux-tats.html>

³⁸ Source : D. Dron et M. Cohen de Lara, Cellule de prospective et stratégie – *Pour une politique soutenable des transports – Rapport au Ministère de l'Environnement* – Collection des rapports officiels, La Documentation Française, février 2000, pages 126-127.

³⁹ Source : rapport Boiteux, 2001, *Transports : choix des investissements et coûts des nuisances*, Commissariat Général du Plan, page 72.

véhicules ;

- le paysage des entrées de ville peut être fortement dégradé en l'absence de mesures de protection ;

En milieu extra-urbain, le paysage est affecté de manière irréversible par le passage d'infrastructures de transport.

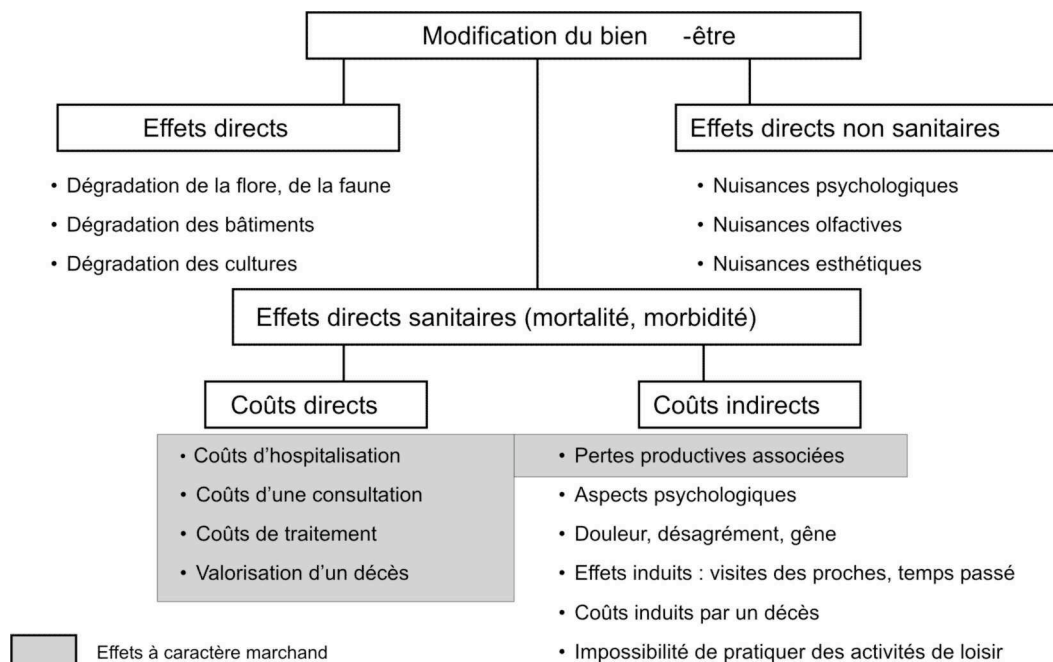
Les projets d'autoroutes doivent aujourd'hui consacrer 1% de leur montant total à leur insertion paysagère (« le 1% paysager »). Mais ceci ne prend pas en compte les effets-retard sur le paysage, comme la dégradation des végétations, les perturbations hydrologiques...

Il est difficile de monétariser l'impact d'une infrastructure sur le paysage. Dans l'état actuel des choses, le calcul économique de l'impact paysager se fait à partir des dépenses supplémentaires d'un projet pour réduire à un niveau jugé acceptable l'impact sur le site et les paysages.

3. Le coût des nuisances : une évaluation à l'échelle de la région

3.1. Les coûts de la pollution atmosphérique

Figure 4 : Impacts d'une variation du niveau de pollution atmosphérique



Réalisation : Virage-énergie NPDC, 2007 d'après : Olivier Chanel, *Difficultés d'une monétarisation des effets sanitaires de la pollution atmosphérique* in Pollution atmosphérique n°166, avril - juin 2000.

Les coûts de la mortalité et de la morbidité en France d'après l'étude de Künzli

Pour évaluer les coûts de la mortalité et de la morbidité (les malades) dues à la pollution, deux approches non pas alternatives mais complémentaires ont été utilisées dans l'étude de Künzli :

- l'une, dite de « coûts matériels », ne prend en compte que les coûts matériels immédiats tels que soins à dispenser, pertes d'activité et de production, etc.
- l'autre, dite « par le consentement à payer », englobe, outre ces premiers coûts, l'ensemble des coûts directs et indirects, tels que les pertes de bien-être, du moins celles qui les concernent immédiatement.

Approche par les coûts matériels

Tableau 7 : coûts de la pollution atmosphérique en France – approche par les coûts matériels

| France | Coûts attribuables à la pollution atmosphérique globale | Coûts attribuables au trafic routier |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Coût de la mortalité (millions d'euros) | 3 916 2 403 – 5 472 | 2 216 1 352 – 3 118 |
| Coût de la morbidité (millions d'euros) | 297 75 – 534 | 165 42 – 297 |
| Total coûts (millions d'euros) | 4 213 2 476 – 6 006 | 2 381 1 394 – 3 415 |

Source : SEETHALER Rita, *Health costs due to road traffic-related air pollution*, Synthesis report, juin 1999

Note sur les tableaux : les deux nombres séparés d'un tiret en dessous de chaque nombre mentionné en gras constituent l'"intervalle d'appréciation" relative à la méthodologie de l'étude (indice de confiance à 95%).

Approche par le consentement à payer

L'approche dite « par le consentement à payer » est une approche par les prix : ce sont les coûts que les personnes interrogées se déclarent prêtes à payer pour ne pas avoir à subir ces effets sanitaires qui détériorent leur bien-être.

Tableau 8 : coûts de la pollution atmosphérique en France – approche par le consentement à payer

| France | Coûts attribuables à la pollution atmosphérique globale | Coûts attribuables au trafic routier |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Coût de la mortalité (millions d'euros) | 28 500 17 300 – 39 900 | 15 900 9 600 – 22 200 |
| Coût de la morbidité (millions d'euros) | 10 300 2 800 – 18 500 | 5 700 1 500 – 10 300 |
| Total coûts (millions d'euros) | 38 800 20 100 – 58 400 | 21 600 11 100 – 32 500 |

Source : Health costs due to road traffic-related air pollution in Austria, France and Switzerland based on the willingness-to-pay approach (1996) in *Economic evaluation of health impacts due to road traffic-related air pollution*, Künzli N. et al., mai 1999.

Application des résultats de l'étude de Künzli à la région Nord - Pas de Calais

D'après les tableaux de résultats de l'étude Künzli présentés à la page précédente, on applique ici le ratio tenant compte de la population, de la superficie du territoire et de la quantité de polluants émis (cf. formule dans la partie *Le Nord-Pas de Calais encore plus durement touché page 13*).

Approche par les coûts matériels
Tableau 9 : coûts de la pollution atmosphérique en NPdC – approche par les coûts matériels

| | Coûts attribuables à la pollution atmosphérique globale | | Coûts attribuables au trafic routier | |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| | France | NPDC | France | NPDC |
| Coûts de la mortalité (millions d'euros) | 3 916 2 403 – 5 472 | 701 430 – 979 | 2 216 1 352 – 3 118 | 340 207 – 479 |
| Coûts de la morbidité (millions d'euros) | 297 75 – 534 | 53 13 – 96 | 165 42 – 297 | 25 6 – 46 |
| Total coûts | 4 213 | 754 | 2 381 | 365 |

Réalisation : Virage-énergie, 2007 d'après étude Künzli, 1999

Approche par le consentement à payer
Tableau 10 : coûts de la pollution atmosphérique en NPdC– approche par le consentement à payer

| | Coûts attribuables à la pollution atmosphérique globale | | Coûts attribuables au trafic routier | |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| | France | NPDC | France | NPDC |
| Coûts de la mortalité (millions d'euros) | 28 523 17 282 – 39 932 | 5 104 3 092 – 7 145 | 15 886 9 613 – 22 212 | 2 438 1 475 – 3 409 |
| Coûts de la morbidité (millions d'euros) | 10 335 2760 – 18 537 | 1 849 494 – 3 317 | 5 749 1 535 – 10 311 | 882 236 – 1 582 |
| Total coûts | 38 858 | 6 953 | 21 635 | 3 320 |

Réalisation : Virage-énergie, 2007 d'après étude Künzli, 1999

En Nord-Pas de Calais, le **coût de la pollution atmosphérique** uniquement imputable au **trafic routier** est estimé entre **365 millions d'euros** et **3 320 millions d'euros** selon ce qu'on y inclut : pertes matérielles seules ou aussi de bien-être.

3.2. Evaluation des coûts économiques du bruit

Coûts des impacts sanitaires du bruit

Médicaments et consultations ont un coût Un premier moyen d'évaluer le coût sanitaire du bruit est de se rapporter à la consommation médicamenteuse liée à la gêne sonore : les effets du bruit peuvent entraîner consultations médicales et prises de médicaments, afin de soulager les effets du stress, les troubles de l'endormissement et les multiples effets cités plus haut. Le bruit entraîne ainsi un surcoût médical à la collectivité.

Coût des atteintes au patrimoine immobilier

Le bruit dévalorise la valeur des biens immobiliers exposés Le bruit est à l'origine d'une perte de valeur des logements. Le coût de cette dépréciation immobilière est évalué à partir de l'analyse des prix immobiliers sur le marché. L'objectif est d'estimer la dépréciation de la valeur des logements qu'occasionne une situation sonore particulièrement dégradée.

Les pertes de bien-être et gênes occasionnées auprès des riverains d'infrastructures de transport sont évaluées à partir d'enquête auprès de la population. La méthode d'évaluation contingente est l'une d'elle : c'est le prix que les riverains se déclarent prêts à payer pour un environnement sonore acceptable. A partir de cette méthodologie, le rapport du Commissariat Général du Plan (CGP) a proposé en 2001 dans le rapport Boiteux, une évaluation du coût social du bruit (tableau ci-dessous).

Tableau 11 : Coût du bruit pour un logement de 100 m² selon les propositions du rapport du Commissariat Général du Plan

| Bruit en façade exprimé en Leq de jour (6h – 22h) | Taux de dépréciation |
|---------------------------------------------------|----------------------|
| 55 dB(A) | 0 % |
| 60 dB(A) | 2 % |
| 65 dB(A) | 6 % |
| 70 dB(A) | 10,5 % |
| 75 dB(A) | 17 % |
| 80 dB(A) | 24,15 % |

Source : AFSSE – Impacts sanitaires du bruit – Etat des lieux, indicateurs bruit – santé mai 2004, à partir du rapport Boiteux, 2001.

Une estimation chiffrée du coût du bruit en France... Si l'on applique ces valeurs à l'ensemble des habitations exposées au bruit des transports en France, on obtient un coût total des dommages estimé pour l'année 1998 à **3,43 milliards d'euros**, soit 0,26% du PIB. 84,2% de total sont imputables à la circulation routière, 8 % au trafic ferroviaire et 7,8 % au trafic aérien⁴⁰.

...et en NPdC A titre comparatif, et étant conscient des limites de l'indicateur PIB régional, 0,26% du PIB en région Nord – Pas de Calais représente **225,5 millions d'euros**⁴¹.

⁴⁰ AFSSE – Impacts sanitaires du bruit – Etat des lieux, indicateurs bruit – santé, mai 2004.

⁴¹ Sur la base du PIB régional 2005 : 86 747 millions d'euros. Source : INSEE - Comptes régionaux - données 2003 quasi-définitives, 2004 semi-définitives, 2005 provisoires - base 2000.

Estimation du coût social global du bruit

Les valeurs de recommandations du rapport Boiteux

Le bruit, et plus particulièrement celui des transports, représente un coût pour la collectivité : coût pour le réduire, voire le supprimer. La réalisation du programme de résorption des points noirs relatifs au bruit des transports a ainsi coûté 1,5 milliards de francs⁴², soit près de 230 000 000 (228 673 526) €.

Le rapport Boiteux indique une valeur à retenir pour obtenir un ordre de grandeur du coût du bruit⁴³ : **coût du bruit = 0.3% du PIB**.

Ainsi, en appliquant cette valeur au PIB régional, on obtient les valeurs suivantes :

Tableau 12 : estimation du coût du bruit en région NPdC

| | PIB (en millions d'euros) | Pourcentage (%) | Coût (en millions d'euros) |
|----------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------|
| France | 1 681 727 | 0.3 | 5 045 |
| Nord – Pas de Calais | 86 747 | 0.3 | 260 |

Réalisation : Virage-énergie, 2007

Source PIB : INSEE, Comptes régionaux, données 2003 quasi-définitives, 2004 semi-définitives, 2005 provisoires, base 2000

Le coût du bruit en région peut ainsi être estimé entre 225 et 260 millions d'euros par an.

3.3. Le coût des accidents

Tableau 13 : Coûts des accidents de la route en 2006 en Nord – Pas de Calais (en euros)

| | Nombre* | Coût unitaire** (euros) | Coût total (euros) |
|--------------------------|---------|-------------------------|--------------------|
| Tués | 209 | 1 000 000 | 209 000 000 |
| Total blessés | 4 910 | / | / |
| Blessés hospitalisés | 2 435 | 150 000 | 365 250 000 |
| Blessés non hospitalisés | 2 475 | 22 000 | 54 450 000 |
| COÛT TOTAL | / | / | 628 700 000 |

Réalisation : Virage-énergie NPdC, 2007

* DDE du Nord - Observatoire départementale de la sécurité routière

** Rapport Boiteux, La valeur de la vie humaine, pages 103 et 105.

Définitions⁴⁴ : depuis le 1^{er} janvier 2005, les notions de blessés graves et blessés légers ont été revues. On parle désormais de blessés hospitalisés et non hospitalisés, ceci afin de s'aligner sur les définitions de la plupart des autres pays européens :

- *tué dans un accident* : victime décédée sur le coup ou dans un délai de 30 jours suivant l'accident
- *blessé hospitalisé* : victime admise comme patient dans un hôpital plus de 24 heures
- *blessé non hospitalisé* : victime ayant fait l'objet de soin médicaux mais n'ayant pas été admise comme patient dans un hôpital plus de 24 heures

Les accidents de la route survenus sur le territoire du Nord-Pas de Calais coûtent chaque année plus de 628 millions d'euros.

⁴² Serrou B., 1995 in AFSSE – Impacts sanitaires du bruit – Etat des lieux, indicateurs bruit-santé – mai 2004, page 211.

⁴³ Rapport Boiteux, 2001, *Transports : choix des investissements et coûts des nuisances*, Commissariat Général du Plan, page 78.

⁴⁴ INSEE Picardie – Bilan économique et social 2005, page 40.

3.4. Le coût de la congestion urbaine

Le rapport Lepeltier⁴⁵ estime le coût de la congestion du trafic, à partir de plusieurs études sur les coûts de congestion (cf Tableau 14), à 30 milliards de Francs (4,5 milliards d'euros), soit **0,5% du PIB français**. Sur ces 30 milliards, 20 (3 milliards d'euros) sont directement imputables à la voiture particulière⁴⁶.

Tableau 14 : Rapport Lepeltier : La perte de bien-être suscitée par la congestion (en milliards de francs)

| | INRETS ⁴⁷ | CGPC – coût marginal ⁴⁸ | CNTV ⁴⁹ | CCFA ⁵⁰ | INFRAS / IWW ⁵¹ |
|---------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
| Année de prise en compte | 1997 | 1997 | 1998 | 1989-1999 | 1995 |
| Perte de bien-être (en milliards de francs) | | | | | |
| Total | 15 à 29 | 38,7 | – | 15 à 29 | 34,0 |
| Voitures | 9,8 à 18,8 ⁵² | 22,5 | – | – | 21,6 |

Les différentes études présentées ici reposent sur une méthode analogue, ce qui explique la quasi-similitude des résultats : comparaison du temps passé à se déplacer avec celui que l'on passerait si la route était vide, et multiplication de cette différence par une valeur du temps.

Tableau 15 : Commission Européenne : Les nuisances des transports routiers dans l'Union Européenne

| Nuisance | Evaluation monétaire (en %du PIB, pour l'Union Européenne) |
|-------------------------|------------------------------------------------------------|
| Encombrements routiers | 2,0 |
| Accidents | 1,5 |
| Pollution atmosphérique | 0,4 |
| Bruit | 0,2 |

Source : Commission Européenne, *Vers une tarification équitable et efficace dans les transports – Options en matière d'internalisation des coûts externes des transports dans l'Union Européenne*, Livre Vert, 1995.

Le Livre Vert de la Commission Européenne de 1995 estime lui à **2% du PIB européen** le coût des effets de la congestion urbaine⁵³.

⁴⁵ Pour avancer ces chiffres, la Commission Lepeltier se base sur des études menées par : l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS), le Conseil Général des Ponts et Chaussées (CGPC), le Conseil National du Transport de Voyageurs (CNTV), le Comité des Constructeurs Français d'Automobiles (CCFA), et l'INFRAS et l'IWW, deux instituts suisse et allemand ayant réalisé une étude pour l'Union Nationale des Chemins de fer (UIC).

⁴⁶ LEPELTIER S., 2001, *Les nuisances environnementales de l'automobile, Rapport d'information fait au nom de la délégation du Sénat pour la planification*, page 46. Date des données non communiquées.

⁴⁷ Jean-Pierre ORFEUIL, *Les coûts externes de la circulation routière*, Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité, 1997.

⁴⁸ Christian BROSSIER, André LEUXE, *Imputation des charges d'infrastructures routières pour l'année 1997*, Conseil général des ponts et chaussées, 1999.

⁴⁹ Christian MORY, *Les coûts externes ou la difficulté d'estimer équitablement ce que représente l'automobile pour la collectivité*, Comité des constructeurs français d'automobiles, 2000.

⁵⁰ Fabien DUPREZ, *Les coûts externes du transport de voyageurs, selon les recommandations du rapport Boiteux de 2001*, CERTU, 2001. Cette étude s'appuie sur les résultats du Compte national du transport de voyageurs 1998 (2001).

⁵¹ INFRAS/IWW, *External costs of transport (accident, environmental and congestion costs) in Western Europe*, 2000. L'INFRAS est un organisme suisse d'étude des politiques publiques, l'IWW (Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung) un organisme allemand. Etude réalisée pour l'Union internationale des chemins de fer (UIC).

⁵² deux-roues et voitures

⁵³ Livre Vert de la Commission, du 20/12/95, *Vers une tarification équitable et efficace dans les transports – Option en matière d'internalisation des coûts externes des transports dans l'Union Européenne*.

Tableau 16 : Coût de la congestion en NPdC en millions d'euros

| PIB NPdC en 2003 (millions d'euros) | Pourcentages attribués | Fourchette de coût de la congestion (millions d'euros) |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------|
| 86 747 | 0,5 % – 2 % | 434 – 1 735 |

Réalisation : Virage-énergie NPdC, 2007

Source PIB : INSEE - Comptes régionaux - données 2003 quasi-définitives, 2004 semi-définitives, 2005 provisoires, base 2000

La congestion routière en Nord – Pas de Calais a un coût estimé entre 434 et 1 735 millions d'euros chaque année.

3.5. Effet de serre : le coût du dérèglement climatique

La valeur de la tonne de carbone en France largement sous-évaluée

Avec une valeur de référence, dite « tutélaire » de 100 euros la tonne de CO₂, (ce qui correspond à 27 euros la tonne de carbone) la France est encore dans le bas de la fourchette actuellement estimée :

- Une revue des travaux sur la valeur de la tonne de carbone évitée⁵⁴, réalisée à la demande du Commissariat général du Plan, tend à montrer que cette valeur s'établit entre 70 et 215 dollars par tonne de carbone.⁵⁵
- Les valeurs de la tonne carbone varient largement d'un pays à l'autre : (valeurs en 2001) :

... bien en deçà de certains voisins européens

En Norvège : 13 euros la tonne

En France : 27 euros puis réévaluation à 100€ en 2004, suite aux recommandations du rapport Boiteux,

En Allemagne : 217 euros

En Suède : 226 euros

Soit un rapport encore de 1 à 2 entre la France et l'Allemagne !

... ce qui reflète un choix politique

- « Il n'est pas certain, cependant, que les évaluations actuelles de la valeur du carbone, qui s'appuient sur les engagements de Kyoto, répondent pleinement au principe de précaution, car celui-ci va au-delà du calendrier défini à Kyoto et interpelle sur l'après Kyoto. En conséquence, les valeurs du carbone fournies par les modèles doivent être comprises comme des bornes basses de prix pour le problème qui nous occupe. »⁵⁶
- « Il est clair qu'il ne peut exister de règle simple pour définir une trajectoire temporelle du prix du carbone, et l'on doit reconnaître que cet exercice n'est pas purement technique, mais aussi politique. »⁵⁷

En effet, attribuer un prix à la tonne carbone relève d'un choix politique : celui de valoriser ou au contraire de minimiser les impacts du réchauffement climatique.

⁵⁴ « Le concept de valeur du carbone, évaluation et applications dans les politiques de lutte contre le changement climatique », Odile Blanchard, Patrick Criqui, rapport au Commissariat général du Plan, juin 1999.

⁵⁵ Commissariat Général du Plan, Transports : choix des investissements et coût des nuisances, président Marcel Boiteux, rapporteur général Luc Baumstark, juin 2001, dit « Rapport Boiteux », p. 29.

⁵⁶ Commissariat Général du Plan, *Transports : choix des investissements et coût des nuisances*, président Marcel Boiteux, rapporteur général Luc Baumstark, juin 2001, dit « Rapport Boiteux », p. 31.

⁵⁷ Commissariat Général du Plan, *Transports : choix des investissements et coût des nuisances*, président Marcel Boiteux, rapporteur général Luc Baumstark, juin 2001, dit « Rapport Boiteux », p. 32.

Estimation du total des coûts externes dus chaque année à la route en région Nord – Pas de Calais :

1 687,7 à 5 943,7 millions d’euros

soit 1,9% à 6,8% du PIB régional

Cette fourchette de coûts prend uniquement en compte les effets :

- de la pollution atmosphérique routière
- du bruit
- des accidents de la route
- de la congestion routière

A cela s’ajoutent les coûts – difficilement quantifiables – des effets de coupure, de l’occupation de l’espace, des impacts paysagers, des aléas climatiques (sécheresses, inondations, tempêtes...).

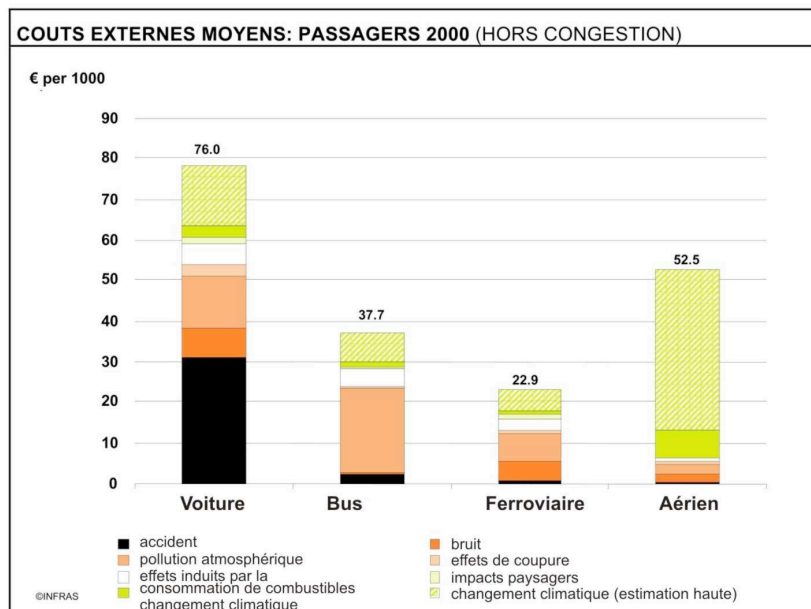
3.6. Comparatif intermodal des coûts externes

Des études en Europe montrent que les coûts externes du transport routier et par avion sont les plus élevés de l’ensemble des modes de transports.

Les graphiques ci-dessous présentent les extraits d’une étude germano-suisse de l’INFRAS, organisme suisse d’étude des politiques publiques, et de l’IWW (*Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung*) un organisme allemand. Cette étude a été réalisée pour l’Union internationale des chemins de fer (UIC).

En comparant les coûts externes des différents modes de transport de passagers et de marchandises, cette étude montre l’impact plus élevé des transports routiers et de l’aviation vis à vis des autres modes de transports.

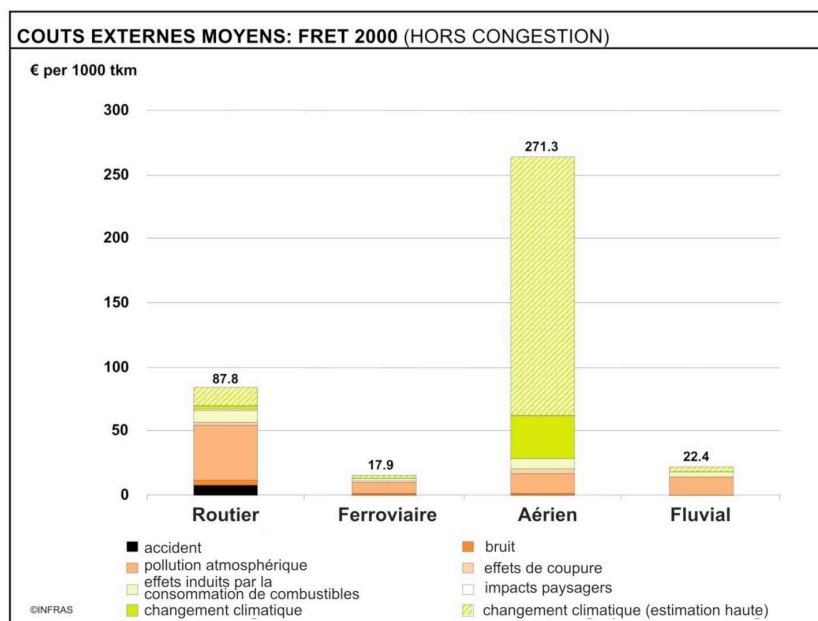
Figure 5 : Transport de passagers : comparatif voiture / bus / train / avion



Coûts externes moyens 2000 (UE 17) par mode de transport et par catégorie de coûts. **Transports de voyageurs**. La valeur élevée des coûts de changement climatique est imputable à l’effet plus important généré par l’aviation sur le réchauffement global des rejets de CO₂ à haute altitude (facteur 2,5 par rapport aux rejets de CO₂ à la surface du sol – Base IPCC 1999).

Source : INFRAS / IWW – *Les coûts externes des transports – étude d’actualisation*, Zurich / Karlsruhe, octobre 2004.

Figure 6 : Transport de marchandises : comparatif route / rail / avion / transport maritime



Coûts externes moyens 2000 (UE 17) par mode de transport et par catégorie de coûts. **Transports de fret.** La valeur élevée des coûts de changement climatique est imputable à l'effet plus important généré par l'aviation sur le réchauffement global des rejets de CO₂ à haute altitude (facteur 2,5 par rapport aux rejets de CO₂ à la surface du sol – Base IPCC 1999).

Source : INFRAS / IWW – *Les coûts externes des transports – étude d'actualisation*, Zurich / Karlsruhe, octobre 2004.

Tableau 17 : Comparatif des coûts externes : valeurs des études⁵⁸

| Coûts externes en € pour 1000 t.km | Boiteux | « Marco-polo » | Infras IWW | Fucam |
|------------------------------------|---------|----------------|------------|-------|
| Fer | 7,8 | 15,0 | 17,9 | 10,5 |
| Voie d'eau | 1,8 | 10,0 | 22,5 | 9,8 |
| Route | 19,4 | 35,0 | 87,9 | 55,1 |

Source : L. Houssin, *Le projet de canal à grand gabarit Seine-Nord*, ENPC, mars 2006.

Toutes les études référencées dans le tableau ci-dessus s'accordent à dire que les coûts externes de la route sont bien supérieurs à ceux du mode fluvial ou ferroviaire :

- entre la route et le ferroviaire : des coûts entre 2,3 fois (Marco Polo) à 5,2 fois (Fucam) supérieurs.
- entre la route et le fluvial : des coûts entre 3,5 fois (Marco Polo) et 13 fois (Fucam) supérieurs.

Pour le transport de marchandises, comme pour le transport de personnes, il apparaît clairement que l'avion et la route sont des modes bien plus impactants au regard de leurs coûts externes que le rail ou le transport maritime.

3.7. Conclusion : intervenir pour rééquilibrer le système

Le vrai coût du transport n'est pas le prix payé

A priori transporteurs et automobilistes ne paient pas la pollution qu'ils causent : la désutilité de la pollution provoquée par la production ou consommation n'est pas

⁵⁸ Les différentes études et rapports cités dans le tableau ci-dessus :

- Rapport Boiteux (Commissariat Général du Plan) ;
- Marco-Polo : programme de l'UE visant à développer les infrastructures intermodales ;
- INFRAS – IWW : institut suisse indépendant de Zurich et l'Université de Karlsruhe, auteurs de l'étude *Les coûts externes des transports – étude d'actualisation*, Zurich / Karlsruhe, octobre 2004, menée au niveau européen sur 17 pays (Union Européenne des 15, la Suisse et la Norvège) ;
- Fucam : Facultés Universitaires Catholiques de Mons-Belgique.

prise en compte par le marché, c'est un effet externe.

Le prix de marché ne couvre qu'un coût privé de production mais pas le coût social de la pollution : il n'y a plus coïncidence entre profit individuel et bien-être collectif.

Il y a défaillance du marché.

Le rôle des garants de l'intérêt général

L'Etat ou les autres autorités publiques, garants du bien-être général et de l'efficacité du marché, doivent intervenir :

- pour que les agents « internalisent » le coût social dans leurs transactions, en instaurant une taxe égale au coût unitaire du dommage : en général cela revient à payer une taxe par unité de pollution émise, (par exemple, la tonne de carbone) ;
- pour empêcher l'apparition du dommage, via la réglementation : normes techniques et droit économique et social.

Ces domaines d'actions sont présentées dans la partie suivante n°4.

4. Concurrence entre modes de transports : quels dysfonctionnements ? quels leviers d'actions possibles ?

La partie précédente montre que les modes de transport ne sont pas égaux du point de vue des coûts externes qu'ils engendrent. Nous pouvons alors légitimement nous demander pourquoi les choix de transport ne s'orientent davantage vers les modes moins coûteux d'un point de vue climatique, social et économique, tandis que c'est le mode le plus polluant, le mode routier, qui prédomine aujourd'hui.

Il s'agit ici d'identifier pour chaque mode de transport les principaux dysfonctionnements qui sont à l'origine du déséquilibre de la concurrence entre modes de transports. A partir de là sont identifiés les acteurs et les actions possibles à mettre en œuvre pour rétablir une concurrence saine et une répartition plus équitable de l'offre de transport.

4.1. Le transport routier

Principales problématiques

- **Infrastructures**

Des investissements publics inégaux

L'orientation de la politique des transports de ces dernières décennies en France a permis de développer les infrastructures routières plus que celles relatives à tout autre mode de transport.

Le réseau autoroutier comptait moins de 1 000 km en 1970 ; aujourd'hui il totalise 11 000 km d'autoroutes en service⁵⁹. A contrario, le réseau ferré qui s'étendait sur 50 000 km en France dans les années 1920, compte aujourd'hui 29 213 km de lignes ouvertes à la circulation commerciale⁶⁰.

Les infrastructures routières étant plus étendues que les réseaux ferroviaires et fluviaux, ce mode de transport présente donc tout naturellement plus d'avantages pour le transport de marchandises. Cela est l'un des aspects de la concurrence faussée qu'il existe entre ces différents modes de transports.

- **Réglementations sociales**

Coût salarial

A l'échelle européenne, le marché du transport routier n'est pas harmonisé en termes de rémunérations. Les entreprises de transport bénéficient de la disparité des protections sociales et des salaires, et implantent leurs succursales là où les coûts salariaux sont les moins élevés.

En France, cela se traduit par un recours accru à des chauffeurs étrangers par les transporteurs nationaux. Le coût social pour l'entreprise peut aller du simple au double : entre un conducteur bulgare et un conducteur français, l'heure de conduite coûte à l'employeur 7,47 euros pour l'employé bulgare et 18,14 euros pour son homologue français⁶¹.

Ainsi, on peut citer l'exemple d'une entreprise en Aquitaine⁶² qui recrute auprès d'entreprises portugaises qui elles-mêmes sous-traitent auprès de transporteurs brésiliens, ukrainiens, roumains ou moldaves. Ou encore l'exemple de Willy Betz, premier transporteur européen, qui a installé une filiale en Pologne et qui emploie des chauffeurs roumains, bulgares et polonais⁶³.

⁵⁹ Direction générale des routes – La consistance du réseau routier national.

www.route.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=35

⁶⁰ Réseau Ferré de France (RFF) – Le réseau ferroviaire – Données physiques – Inventaire du réseau.

⁶¹ G. Mathieu, *La réduction harmonisée du temps de travail dans le transport routier de marchandises*, Centre de droit maritime et des transports, Université Aix-Marseille III, 2002.

⁶² L'entreprise Giraud ; exemple cité dans *Le Monde: Les syndicats français plaident pour un cadre social dans le transport routier en Europe*, Dominique Buffier, article du 20/09/06.

⁶³ Assemblée Nationale, Commission de la production et des échanges, Rapport d'information n°2533 sur les transports en France et en Europe, 4 juillet 2000.

Le temps de travail

Réglementation sur le temps de travail en France⁶⁴ :

Pour un conducteur *grand routier*⁶⁵, les durées maximales de travail (conduite plus chargements et travaux divers) fixées par la législation française sont les suivantes :

- journalière : 12 heures⁶⁶
- hebdomadaire : 43 heures réglementaires pouvant aller jusqu'à 56 heures avec les heures supplémentaires.

Réglementation dans l'Union Européenne :

Un règlement communautaire⁶⁷ récemment adopté fixe la durée de conduite à 56 heures hebdomadaires. Mais cette durée est modulable, le règlement prévoyant une dérogation selon laquelle : « un État membre peut arrêter d'autres dispositions concernant les temps de conduite pour des transports effectués entièrement sur son territoire ».

Mais attention : le temps de conduite ne correspond pas au temps de travail, qui inclut aussi chargements et déchargements des marchandises, procédures administratives, travaux divers (entretien, réparations)... Ce temps de travail global commence à peine à être limité au niveau européen, mais à un seuil encore plus élevé qu'au niveau français : 48h h par semaine, en moyenne car autorisant des pointes jusqu'à 60 heures !

Contrôles

L'objectif des 3% de contrôles n'est pas respecté⁶⁸.

L'usage du chronotachygraphe facilite les contrôles. Cet appareil de contrôle de la vitesse et des temps de conduite et de repos est prescrit par un règlement européen depuis 1985⁶⁹.

▪ Réglementations douanières et fiscales

Ouverture du marché communautaire

La création du Marché Unique en 1993 a donné un coup d'accélérateur au recours du transport de marchandises par voie routière. Les formalités douanières ont de fait été allégées, voire supprimées. Auparavant, les files de poids lourds aux postes frontières avaient pour effet de ralentir le temps de transport.

Aujourd'hui, le temps gagné vient alléger le coût de transport par la route, ce qui joue pour une grande part dans la compétitivité de la route par rapport au rail.

Fiscalité / TIPP

En Europe : le coût du carburant diffère d'un pays à l'autre. Certains transporteurs sont équipés de réservoirs supplémentaires pour ne pas avoir à se ravitailler en France où le prix du carburant est plus élevé.

En France : les transporteurs routiers bénéficient de détaxation ou d'une taxe minorée sur le prix du gasoil. Une loi de finances de 1999⁷⁰ permet aux transporteurs routiers de bénéficier du remboursement d'une fraction de la Taxe Intérieure sur les Produits Pétroliers (TIPP) sur le gasoil consommé par leurs véhicules.

⁶⁴ Fiche Transport routier de marchandises – durée du travail, Ministère de l'environnement, du développement et l'aménagement durables : www.transports.equipement.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=990

⁶⁵ La catégorie du conducteur n'est déterminée ni par le tonnage ni par le coefficient. Le conducteur grand routier est celui qui est affecté à des services lui faisant obligation de prendre au moins six repos journaliers par mois hors de son domicile.

⁶⁶ Il est à noter que la durée de conduite peut être de 12h15, voire de 13h30 en cas de repos réduit, pour un même jour, sans pour autant être en infraction. Car par "journée", il faut entendre la période qui sépare deux repos journaliers, et non pas une journée calendaire allant de 0 à 24 heures.

Source : G. Mathieu, La réduction harmonisée du temps de travail dans le transport routier de marchandises, Centre de droit maritime et des transports, Université Aix-Marseille III, 2002.

⁶⁷ Règlement (CE) n° 561/2006 du Parlement Européen et du Conseil, du 15 mars 2006, relatif à l'harmonisation de certaines dispositions de la législation sociale dans le domaine des transports par la route, modifiant les règlements (CEE) n° 3821/85 et (CE) 2135/98 du Conseil et abrogeant le règlement (CEE) n° 3820/85 du Conseil.

⁶⁸ Source : présentation de Ludovic Houssin, séminaire Transports Virage-énergie, 15/09/07.

⁶⁹ Règlement (CEE) n° 3821/85 du Conseil du 20 décembre 1985 concernant l'appareil de contrôle dans le domaine des transports par la route.

⁷⁰ art 265 septies du code des Douanes – décret n°997 23 du 3 août 1999 – arrêté du 5 octobre 1999. Le remboursement est soumis à certaines conditions, entre autres l'immatriculation des véhicules dans l'Union Européenne.

La nécessité d'une harmonisation sociale européenne

Les directives européennes adoptées jusqu'à aujourd'hui vont dans le sens d'une harmonisation des conditions de travail, mais régissent essentiellement les temps de conduite (limités à 56 heures hebdomadaires). Elles ne concernent ni les conditions relatives aux salaires ni la fiscalité du carburant, qui diffèrent encore largement d'un pays à l'autre, et à peine les temps de travail.

En revanche l'ouverture des frontières avec le marché unique a donné un coup d'accélérateur au transport routier.

Les conséquences sont, comme nous l'avons vu, la délocalisation d'entreprises, le recours aux chauffeurs de pays où la législation est plus souple et la rémunération moindre.

Une réglementation européenne plus complète répondrait aux enjeux de sécurité routière, de conditions sociales et de concurrence intermodale.

Tableau 18 : Transports routiers - Leviers d'actions possibles

| Acteurs | Propositions d'actions | Bénéfices attendus |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| UE. | Harmonisation de la réglementation sur temps de travail hebdomadaire et les salaires. | Alignement (par le haut) sur les conditions du transport ferroviaire. |
| | Instaurer une taxe Poids Lourds harmonisée pour toute l'Union Européenne (aujourd'hui l'Eurovignette est seulement une directive, pas un règlement) | Réduction des poids lourds en circulation et report modal vers le ferroviaire et le fluvial. |
| UE + à l'échelle des pays membres | Renforcer les contrôles : directive fixant un objectif chiffré + renforcer les moyens humains. | Meilleur respect de la législation en vigueur sur la vitesse et les temps obligatoires de conduite et repos. |
| Etat français | Mise en application des actes législatifs ratifiés : - la directive Eurovignette - la Convention Alpine | Internalisation des coûts externes du transport routier. |

4.2. Le transport ferroviaire

Principales problématiques

Un constat : la part de marché du ferroviaire décroît de manière spectaculaire d'année en année. Quels sont les facteurs qui handicapent ce type de transport ?

- **Réglementations sociales**

Coût salarial et temps de travail

Comme nous l'avons vu précédemment, en ayant la possibilité d'employer des salariés moins bien payés, et en ayant une législation horaire plus flexible, le transport routier est forcément plus compétitif que le fret où il n'y a pas de telles disparités de salaires et où le temps de travail hebdomadaire est fixé à 35 heures hebdomadaires depuis la loi de 1999⁷¹.

- **Réglementations techniques**

Normes d'interopérabilité

Au niveau transnational et européen, le transport ferroviaire se trouve morcelé car les caractéristiques techniques ne sont pas homogènes d'un pays à l'autre. Cela pose alors des problèmes d'interopérabilité des réseaux et des matériels : écartement des rails, alimentation électrique, système de signalisation, sécurité incendie, systèmes de sécurité embarqués...

Des normes d'interopérabilité ont été édictées par des directives européennes⁷² mais dans la pratique, celles-ci sont plus faciles à mettre en œuvre pour le réseau européen

⁷¹ Source : site Comité d'Etablissement Régional SNCF Nord - Pas de Calais : www.cecheminots-nordpasdecals.com

⁷² Directive 96/48/CE du Conseil du 23 juillet 1996 relative à l'interopérabilité du système ferroviaire transeuropéen à grande vitesse qui marque la première normalisation en interopérabilité de traction, suivie de la Directive 2001/16/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 mars 2001 relative à l'interopérabilité du système ferroviaire transeuropéen conventionnel.

à grande vitesse (LGV) que pour les lignes conventionnelles (LC), comme l'illustre le tableau comparatif ci-dessous⁷³.

A l'heure actuelle, les entreprises ferroviaires ont le choix entre utiliser un parc de matériel de traction propre à un pays, ou bien adapter les machines à plusieurs réseaux, avec le surcoût que cela engendre (de l'ordre de 10%). Mais subsiste alors le problème de la diversité des signalisations et de « l'interopérabilité » des conducteurs.

Des exemples encourageants

Le meilleur exemple d'interopérabilité est aujourd'hui, en transport de voyageurs, le Thalys qui fonctionne en quadri-réseau : France, Belgique, Pays-Bas, Allemagne.

Dans le domaine du fret, des actions commencent à émerger. Les gestionnaires de l'infrastructure ferroviaire belge (INFRABEL), luxembourgeois (CFL) et français (RFF) se sont regroupés au sein d'un GEIE (Groupement européen d'intérêt économique). En juillet 2007, ce groupement a fait une demande de soutien financier auprès de la Commission européenne concernant un projet de 223,1 millions d'euros pour la période 2007-2013. Il s'agit d'un nouveau système interopérable de sécurité et de gestion du trafic ferroviaire appelé ERTMS. Ce système serait amené à être développé pour le corridor Anvers - Bâle / Lyon qui constitue un axe prioritaire des réseaux transeuropéens de fret⁷⁴.

Tableau 19 : Comparatif des normes ferroviaires en vigueur dans plusieurs pays européens

| Pays | France | | Allemagne | | Belgique | | Italie | | G.B. | |
|------------------------------------|--------|--------------|-----------|--------|-------------|----------------|------------|------|------|------------|
| | LGV | LC | LGV | LC | LGV | LC | LGV | LC | LGV | LC |
| Systèmes d'électrification (en kV) | 25 | 1,5 cc 25 | 15 | 15 | 25 | 3 cc | 3 cc 25 | 3 cc | 25 | 0,75 25 |
| de signalisation | TVM | RPS + KVB | LZB | Indusi | TVM TBL2 | Memor + TBL | RS9C | RS4C | TVM | AWS |

Source : « *Cadre technique et réglementaire de l'admission du matériel roulant* », Ludovic Houssin, mai 2004.
Légende : LGV : ligne à grande vitesse, LC : ligne conventionnelle (classique)

▪ Choix politiques

Rail et route dans les choix de déplacements

Le ferroviaire souffre d'un manque d'investissements et d'une baisse des crédits d'entretien. Un rapport sorti en septembre 2005⁷⁵ révèle que les ressources allouées au cours de ces 3 dernières décennies à la maintenance du réseau ferré classique ne suffisent pas pour pérenniser la totalité du patrimoine (lignes nouvelles non comprises).

Rappelons les données précédemment citées concernant l'évolution des réseaux autoroutiers et ferrés :

- le réseau autoroutier national est passé de moins de 1 000 km en 1970 à plus de 11 000 km aujourd'hui⁷⁶.
- le réseau ferré est passé de 50 000 km dans les années 1920 à 29 213 km de lignes ouvertes à la circulation commerciale aujourd'hui⁷⁷.

Ainsi, pour les déplacements de personnes, nombre d'habitants des communes périurbaines qui doivent se rendre quotidiennement en ville, pourraient le faire en train si les petites lignes existantes avaient été maintenues. Le rail se trouve ainsi déficitaire et la SNCF ferme des lignes ou réduit les fréquences. Le train est alors moins attractif pour l'utilisateur, les lignes deviennent alors encore plus déficientes, etc... c'est un cercle vicieux.

Ceci est vrai pour les trajets domicile-travail, mais cela se répercute également sur les choix de déplacements pour les longs trajets. A partir de deux personnes, il est bien souvent plus avantageux financièrement de voyager en voiture plutôt qu'en train.

⁷³ Source : *Cadre technique et réglementaire de l'admission du matériel roulant* – intervention de Bruno Cozzi (SNCF) – synthèse de Ludovic Houssin (CETE), 10-11 mai 2004.

⁷⁴ Service public fédéral belge *Mobilité et transports* – brève datée du 18/07/07 : www.mobilit.fgov.be/fr/index.htm

⁷⁵ Rivier Robert, Putallaz Yves, *Audit sur l'état du réseau ferré national français*, La Documentation française, 2005, Paris, 30 p.

⁷⁶ Source : Direction générale des routes – La consistance du réseau routier national.

www.route.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=35

⁷⁷ Réseau Ferré de France (RFF) – Le réseau ferroviaire – Données physiques – Inventaire du réseau.

Tableau 20 : Transport ferroviaire - Leviers d'actions possibles

| Acteurs | Propositions d'actions | Bénéfices attendus |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Union Européenne | Harmonisation des normes techniques des réseaux : adoption des normes proposées par l'Union Internationale des Chemins de fer (UIC). | Report modal du routier vers le ferroviaire |
| | Investissements dans le développement des infrastructures ferroviaires. | |
| Etat | Rééquilibrage de l'investissement en faveur du re-développement du rail ⁷⁸ | |
| | Encourager l'intermodalité rail-route en orientant l'acquisition de matériels compatibles | |
| SNCF | Concurrencer la voiture pour les trajets longues distances par des tarifs attractifs de billets de train. | Report de la route vers le rail pour le transport de voyageurs. |

4.3. Le transport fluvial

Principales problématiques

Gabarit des infrastructures

Comme pour le ferroviaire, le transport fluvial souffre d'un manque d'investissements pour le développement et la modernisation de ses infrastructures. Ce mode de transport ne dispose pas toujours des canaux à grand gabarit nécessaires pour relier un point à un autre et pour permettre le transport de marchandises sur de longues distances.

Boues de dragage

Le transport fluvial nécessite un réseau de canaux et voies d'eau entretenues et propres à la navigation. Or, l'érosion des berges, les rejets directs et le phénomène de ruissellement, couplés à un faible débit des cours d'eau, provoquent un phénomène d'envasement. Il devient alors nécessaire de curer les canaux pour maintenir les hauteurs d'eau nécessaires à la navigation.

Pour le bassin Artois-Picardie, cela représente 3 millions de mètres cubes de sédiments⁷⁹ par an. Les boues de dragage étant très polluées par l'activité industrielle qu'a connue la région aux XIXe et XX siècles, leur réemploi est aujourd'hui problématique. 31% de ces boues⁸⁰ (sur le bassin Artois – Picardie) sont ainsi mises en dépôt sur des terrains de dépôts confinés (pour limiter toute infiltration dans la nappe phréatique).

Tableau 21 : Transport fluvial - Leviers d'actions possibles

| Acteurs | Propositions d'actions | Bénéfices attendus |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| UE, VNF, Etat, | Investir dans les canaux à grand gabarit européen pour former un vrai réseau | Report modal du routier vers le fluvial |
| | Soutenir la formation des professionnels | |

⁷⁸ « Résoudre le sous-investissement patent en infrastructures et matériels du rail » : Assemblée Nationale, Rapport d'information sur les Transports en France et en Europe, Commission de la Production et des Echanges, 04/07/2000, page 10).

⁷⁹ Agence de l'eau Artois – Picardie et Voies Navigables de France, *Les sédiments pollués*, conférence professionnelle AEAP, 13/12/05.

⁸⁰ op. cit.

4.4. Le transport maritime

Principales problématiques

Des gains environnementaux susceptibles d'être gommés par l'explosion du trafic

Le transport par voie maritime est moins émissif que par avion ou camion. Malgré tout, au vu de son développement effréné, l'impact de ses émissions est de moins en moins négligeable et devient même alarmant d'après une étude publiée par l'Union Européenne en mai 2007⁸¹.

Cette étude confirme que le transport maritime est, du point de vue émissions de gaz à effet de serre, le plus efficace par rapport aux autres modes, particulièrement pour le fret. Mais sa très forte croissance a tendance à gommer le gain environnemental qu'il devrait apporter dans un contexte de maîtrise des flux de marchandises.

L'enjeu est aujourd'hui de réduire le trafic maritime. Des mesures économiques et réglementaires sont à mettre en œuvre, à l'instar du modèle suédois.

Une action rendue difficile par le contexte juridique et politique international

Les politiques à mettre en œuvre pour la réduction des émissions de CO₂ d'un mode de transport sont⁸²:

- le transfert modal vers un mode plus sobre
- l'augmentation de l'efficacité
- la diminution de la demande
- l'introduction d'une nouvelle technologie

Le transport maritime étant majoritairement international, les problèmes juridiques et politiques rendent toute action difficile, en particulier l'application du principe pollueur-payeur.

Tableau 22 : Transport fluvial - Leviers d'actions possibles⁸³

| Acteurs | Propositions d'actions | Bénéfices attendus |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| UE / Etat | Evaluer précisément les performances énergétiques du cabotage | - infléchir le trafic maritime - rétablir une concurrence saine entre modes de transport |
| | Mettre en place des normes d'émissions CO ₂ pour les bateaux (sur le modèle des normes EURO pour les automobiles) | |
| | Développer un système de taxation des émissions (à l'image du système actuel pour les émissions industrielles) | |
| | Aides financières en fonction du taux d'émission | |
| | Renforcer les règles d'accueil des navires et les contrôles dans les ports | |
| | Limiter la vitesse aux abords des ports (exemple à Los Angeles) | |
| | Taxer le carburant | |

4.5. Le transport aérien

Principales problématiques

Fiscalité : TIPP et TVA

Les compagnies aériennes bénéficient d'exonérations fiscales sur le kérosène pour les vols internationaux et intracommunautaires, et les billets ne sont pas soumis à la Taxe sur la Valeur Ajoutée (TVA).

La conséquence directe est une concurrence non équitable entre les modes de transports, en faveur du transport aérien.

⁸¹ *Water transport : alarming emission growth*, présentation de Silvia Maffii, Trasporti e Territorio Consultancy (Italie).

⁸² Op. cité.

⁸³ Op. cité, présentation de Ludovic Houssin, séminaire Transports Virage-énergie, 15/09/07.

Or, l'avion est le moyen de transport le plus gourmand en énergie et le plus polluant. Sa marge de croissance est très importante car seul 1% de la population mondiale voyage en avion⁸⁴, et selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), toute diminution du prix des billets se traduit par une augmentation de la demande jusqu'à deux à trois fois plus forte⁸⁵. L'enjeu est donc de rétablir un prix juste du transport par avion afin de maîtriser des flux en pleine croissance.

Les « cadeaux fiscaux » des collectivités

Pour attirer sur leur territoire des lignes de transport aérien, les collectivités accordent parfois des aides fiscales allant jusqu'au reversement de 12 euros par passager aux compagnies qui décident d'exploiter les infrastructures aéroportuaires. A Leipzig, la région a accordé une aide de 71 millions d'euros pour l'aménagement d'une piste supplémentaire visant à accueillir le transporteur DHL⁸⁶. A Charleroi, le plan d'investissement 2002-2020 de la Société wallonne des aéroports (Sowaer) s'élève à 175 millions d'euros de fonds publics, au bénéfice presque exclusifs de Ryanair, célèbre compagnie low-cost.⁸⁷

Tableau 23 : Transport aérien - Leviers d'actions possibles

| Acteurs | Propositions d'actions | Bénéfices attendus |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| U.E. | Soumettre à quotas les émissions aériennes ⁸⁸ | Maîtriser les flux aériens |
| Etat / UE | Instaurer la TIPP sur le kérosène des vols exonérés | Internaliser les coûts externes + entrée d'argent pour l'Etat à réinvestir dans les politiques de transfert modal. |
| Etat / UE | Appliquer la TVA sur les billets d'avion | |
| Etat | Taxer lourdement les vols intérieurs quand les alternatives TGV existent (exemple de la Suède) | Encourager le report modal. |
| UE/ Etat | Limiter très fortement les vols de nuit | Diminuer les pathologies et les coûts dus aux nuisances sonores |
| UE / Etat | Interdire le dumping dû aux subventions publiques des collectivités locales aux compagnies aériennes et aux aéroports | Supprimer les conditions favorisant la concurrence déloyale entre modes de transport |

4.6. Le calcul de rentabilité des infrastructures de transport : une méthode à revoir

Avant toute construction d'une nouvelle infrastructure (autoroute, canal, voie ferrée...), un bilan socioéconomique est réalisé. Ce bilan constitue avec d'autres éléments (études d'impacts, ...) l'outil d'aide à la décision pour les pouvoirs publics. C'est à la lumière de ces analyses que sera décidée ou non une infrastructure et son tracé.

Le bilan socioéconomique vise à analyser l'ensemble des avantages et des coûts du projet d'infrastructure. On évalue alors les **effets externes** :

- certains sont comptés en éléments positifs (par exemple, le temps gagné qu'induit une autoroute pour les futurs usagers),
- d'autres représentent des nuisances et sont donc comptés en négatif (bruit, pollution atmosphérique...).

C'est sur la base de ce bilan que l'Etat ou les collectivités territoriales décideront de réaliser ou non une nouvelle infrastructure de transport. En France, les principes de l'évaluation des projets sont fixés dans l'instruction-cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructure des transports du

⁸⁴ Source : La Revue Durable n°11 – juin-juillet-août 2004.

⁸⁵ GIEC, 1999 in La Revue Durable n°11 – juin-juillet-août 2004.

⁸⁶ Source : Ludovic Houssin - Le transfert du pôle européen de DHL de Bruxelles vers Leipzig – ENPC – décembre 2006.

⁸⁷ Source : *Très chères compagnies low cost*, article de Yves Kengen (Luxembourg Wort), Courrier International n°896.

⁸⁸ Cette mesure seule s'avérerait insuffisante car elle permettrait de réduire d'à peine 3% les émissions de CO2, ce qui ne compense même pas l'augmentation annuelle des rejets et de la croissance du marché. Source : European Federation for Transport and Environment.

⁸⁹ *Mobilité, transport et environnement* – Rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement – Ministère de l'écologie et du développement durable – La documentation française, 2006.

25 mars 2004, mise à jour le 27 mai 2005⁸⁹. Les principaux éléments pris en compte dans cette évaluation sont présentés ci-après.

Tableau 24 : Méthode de calcul du coût d'une infrastructure de transport : principaux éléments

| Les éléments comptés en négatif | Les éléments comptés en positif |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Le bruit Dépréciation de la valeur des logements selon la nuisance sonore (1% / dB(A)) | La valeur du temps gagné Basée sur le salaire horaire moyen et variant selon le motif de trajet (loisir, travail) de 5,5 à 13,7 €/par heure (moyenne à 7,6€) |
| La pollution atmosphérique Environ 1 à 6 €/par 100 véhicules.km | L'amélioration de la sécurité D'après la valeur de la vie humaine : 1 à 1,5 million € |
| L'effet de serre 100€/ t carbone (env. 0,07€/l carburant) | L'accès aux marchés pour les entreprises, les consommateurs |
| Le coût de construction | Le désenclavement |
| Le taux d'actualisation : 4 % | |

L'évaluation socio-économique, un outil à utiliser avec précaution...et à réviser

Tous les éléments ne sont pas pris en compte

Dans l'évaluation socioéconomique, seuls certains impacts environnementaux sont pris en compte, ceux pour lesquels une valeur monétaire a pu être validée. D'autres effets, dont l'impact négatif est pourtant vérifié, ne sont pas pris en compte, à défaut de valeurs monétaires attribuables : occupation de l'espace, effets de coupure, impacts paysagers, aléas climatiques... Les coûts qui vont être engendrés par la mise en œuvre de l'infrastructure sont donc minimisés lors de l'étude.

Des nuisances sous-évaluées

Avec 100€ la tonne de carbone, la France se situe au bas de la fourchette internationale :

En Allemagne : 217 euros

En Suède : 226 euros

Par ailleurs, dans l'évaluation socio-économique est utilisé un outil appelé « taux d'actualisation ». Ce taux détermine la valeur des coûts supportés dans le futur. Plus le taux d'actualisation est élevé, plus les coûts qui devront être supportés dans le futur sont dévalués. Il est donc souhaitable de fixer un taux d'actualisation bas, pour une réelle prise en compte des coûts à venir (réfection de l'infrastructure, inflation...).

Il est à noter que la réfection de l'A25 à partir de 2008 et prévue jusque 2011 représente un coût de 120 millions d'euros⁹⁰, trente-six ans après sa mise en service. Il n'est pas certain que l'ampleur de ce coût avait été totalement prise en compte dans le calcul de rentabilité de l'infrastructure avant sa réalisation...

A cet égard, la France a révisé son taux en 2005 de 8 à 4%, mais il reste une marge de manœuvre, l'Allemagne étant par exemple à 2,5%.

Quel poids attribué à quels arguments ?

Parmi les éléments pris en compte dans l'analyse du projet d'infrastructure, certains se voient accorder un poids plus important, sans justification particulière :

- « des **alternatives au projet** (tarification, élargissement de voies...) ou des impacts dignes d'attention, voire majeurs (contribution à des pollutions cumulatives régionales ou planétaires), ne sont **pas toujours examinées** lors des décisions intermédiaires qui les engagent ; »⁹¹
- « des **argumentations faiblement étayées sont valorisées et acceptées** lorsqu'il s'agit de leurs avantages (« désenclavement égale développement » alors que les bénéfices indirects attendus, pour l'ensemble de la population, comme le développement économique local ou les emplois induits, sont aujourd'hui devenus largement incertains), mais

⁹⁰ Caron C, 2007, « A 25 : en route pour un lifting de 120 millions d'euros » in *La Voix du Nord*, 9 novembre.

⁹¹ Dron D., Cohen de Lara M., 1997 – Cellule de prospective et stratégie, *Pour une politique soutenable des transports*, Rapport au Ministère de l'Environnement, la Documentation française, Paris.

des **arguments étayés concernant leurs inconvénients sont assez systématiquement minimisés** dans le discours (valeurs des écosystèmes, changements climatiques, effets sur la santé, etc.) ; »⁹²

- « le **prix à payer** pour atteindre l'objectif recherché d'amélioration de la sécurité et du confort des usagers (élargissement des voies, sécurité, effacement de congestions temporaires, etc.) est **acquitté par l'ensemble de la collectivité** présente ou à venir (coûts des nuisances, dette autoroutière en cas de déséquilibre financier, changement climatique pour les générations futures, etc.). »⁹³

Tout l'enjeu réside dans une prise en compte équitable des coûts externes dans le bilan socioéconomique. Cet aspect relève de choix politiques. C'est à l'Etat et aux acteurs décisionnels de rééquilibrer le poids attribué à chacun des effets, positifs comme négatifs. Les collectivités pourront ainsi faire leurs choix d'aménagement en se basant sur des études non erronées.

Conclusion : juguler les nuisances disproportionnées et internaliser les coûts c'est réguler la concurrence déloyale entre transports

| | |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L'ampleur des nuisances | On mesure peu à peu l'ampleur des nuisances humaines et écologiques du transport, et donc leur coût pour la société qui n'est jusqu'à présent guère supporté par le prix payé pour le transport, coût externe au marché donc. |
| La compétitivité artificielle de la route | Avec des réglementations sociales plus souples et des coûts bas par le recours à une main d'œuvre meilleur marché et une fiscalité faible, le transport par route est de fait plus compétitif que tout autre mode. |
| Les leviers : | Remédier aux nuisances signifie donc : |
| • Réguler | - remédier à ces distorsions de concurrence sur le marché du transport de marchandises (route contre train ou voie d'eau) ou de voyageurs (avion et route contre train et vélo) ; |
| • Relocaliser | - diminuer l'usage des transports en relocalisant la production près des lieux de consommation, l'habitat près des lieux de travail ou de loisirs. |
| • Harmoniser | Les États doivent s'accorder au niveau de l'Union Européenne pour : - harmoniser, à l'échelle communautaire, les réglementations salariales, techniques et fiscales, entre pays, entre modes de transport et faire respecter ces limites ; - taxer le transport à hauteur de ses nuisances pour modérer son usage, essentiellement selon son coût en carbone, pour tous les modes. Cette harmonisation européenne doit constituer le pendant du marché unique qui a démultiplié l'effet de ces distorsions de concurrence coûteuses socialement et écologiquement. |
| • Investir | Par ailleurs les États ainsi que les collectivités locales doivent réapprendre à investir massivement ailleurs que sur la route, pour entretenir et moderniser les réseaux ferroviaires et fluviaux, c'est-à-dire offrir des réelles alternatives là où le transport s'avère nécessaire tout en assumant son coût. |

⁹² op. cité.

⁹³ op. cité.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Les transports en France et en Nord-Pas de Calais : éléments de contexte et enjeux

ANNEXE 2 : Transformer le système de transports : autres propositions d’actions

ANNEXE 3 : La vitesse généralisée

ANNEXE 4 : Bibliographie

ANNEXE 5 : Sigles et acronymes

ANNEXE 1

Les transports en France et en Nord-Pas de Calais : éléments de contexte et enjeux

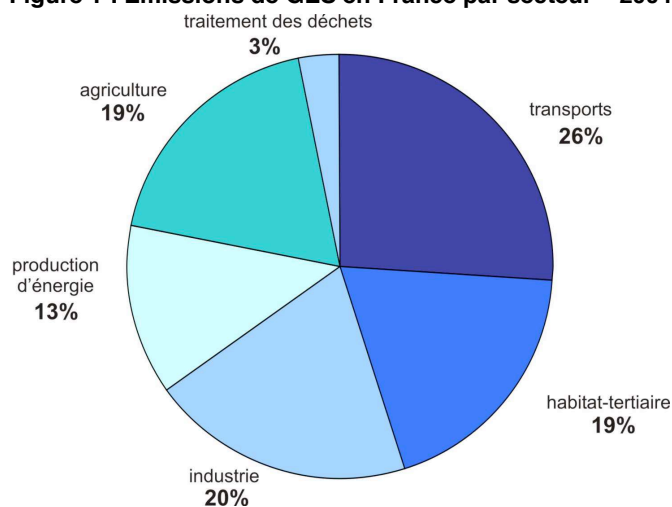
Les transports : premier secteur émetteur de gaz à effet de serre en France

Le secteur des transports de personnes et de marchandises représente 28% des émissions totales de CO₂ en France en 2004. C'est de surcroît le secteur qui présente la plus forte augmentation : + 22,7 % sur la période 1990-2004⁹⁴.

Les transports : première source d'émissions de gaz à effet de serre

Les transports sont aujourd'hui le premier secteur émetteur de gaz à effet de serre (GES) responsables du réchauffement climatique. En France, les transports contribuent à hauteur de 26%⁹⁵ aux émissions brutes, devançant ainsi le secteur de l'industrie (20%), le résidentiel - tertiaire (19%), et l'agriculture (19%).

Figure 1 : Emissions de GES en France par secteur – 2004



Réalisation : Virage-énergie NPDC, 2007

Source : CITEPA, *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France – séries sectorielles et analyses étendues* SECTEN, 2006.

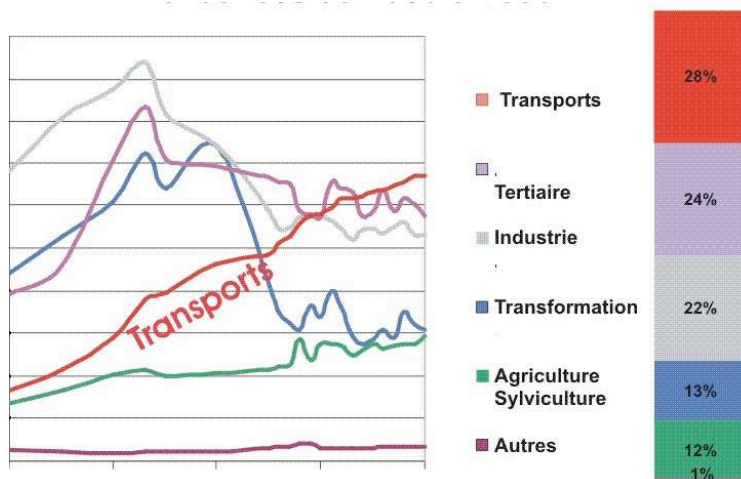
Une hausse préoccupante des émissions

Alors que les principaux secteurs d'activité stabilisent ou diminuent fortement leurs rejets de CO₂ (industrie, agriculture, énergie et déchets), le secteur des transports voit ses émissions augmenter : + 23% ces quinze dernières années (voir graphique ci dessous). Cette augmentation est due à la croissance continue des trafics routiers ces dernières décennies.

⁹⁴ Source : CITEPA - Ministère de l'Ecologie et du Développement durable, graphique *Evolution des émissions de GES par secteur en France sur la période 1990-2004*, février 2006.

⁹⁵ MIES, CITEPA *in Changement climatique et transports*, Réseau Action Climat France (RAC-F), 2007, p.16

Figure 2 : Evolution des émissions de gaz à effet de serre en France – tendances de 1960 à 2000



Réalisation : Virage-énergie NPDC, 2007

Source : ADEME

Rejets de GES par les transports : prédominance de la route et tendance à la hausse

Sur l'ensemble des transports, la route est le secteur le plus émetteur de gaz à effet de serre : elle représente 92% des rejets de GES émis par les transports.

La tendance est à la hausse : le mode routier poursuit son développement, avec une progression annuelle de 2% pour la voiture et de 3% pour les poids lourds.

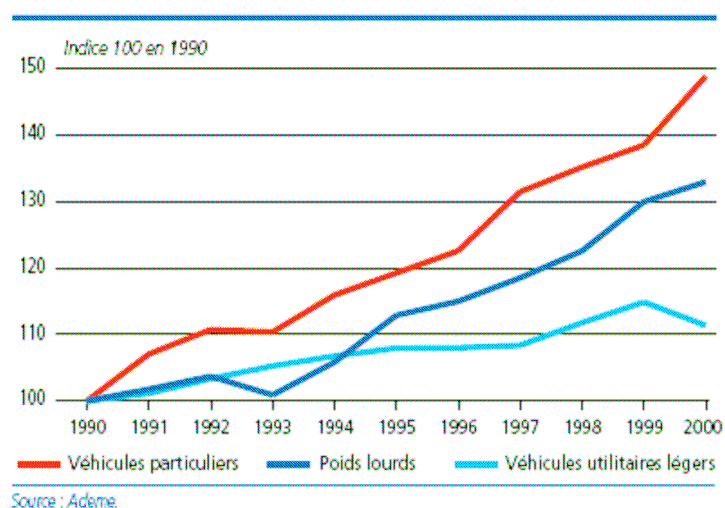
On retrouve cette tendance à l'échelle européenne : le transport de marchandises par route s'est accru de 54% depuis 1980 et le transport de passagers par route a augmenté de 46% au cours des dix dernières années dans l'Union Européenne⁹⁶.

Transports et énergie : là encore, la route en première place

La part du secteur des transports dans la consommation nationale de produits pétroliers est de 49 Mtep⁹⁷, ce qui représente 53 % de la consommation totale nationale.

Ce sont les transports routiers (voitures particulières, véhicules utilitaires et poids lourds) qui présentent le bilan le plus énergivore. En effet, la route à elle seule représente 81 % de la consommation d'énergie du secteur des transports.

Figure 3 : Evolution de la consommation énergétique nationale du transport routier⁹⁸



Source : Ademe.

⁹⁶ Parlement Européen – Fiche technique 4.9.2. La pollution atmosphérique – 10/03/2000.

⁹⁷ Données 2005. ADEME – Le transport routier de marchandises: des impacts énergétiques et environnementaux importants (20/03/2007) www2.ademe.fr/servlet/getDoc?cid=96&m=3&id=43612&ref=19684&p1=B

⁹⁸ Valérie Morel, « IFEN, 2004, L'environnement en Nord-Pas-de-Calais. Cahiers de l'environnement, IFEN, Orléans, 245 p. », Développement durable et territoire, Publications de 2004, mis en ligne le 2 février 2005. developpementdurable.revues.org/document1230.html

Une tendance identique en région Nord – Pas de Calais

Une région à la croisée des flux de personnes et de marchandises

La situation géographique de la région Nord – Pas de Calais lui confère une place particulière en matière de flux de transports. Elle se trouve à proximité de quatre aires métropolitaines majeures : Londres, Paris, la Randstadt et la Ruhr.

La région est proche des principaux ports européens (Rotterdam, Anvers), et dispose elle-même de trois importants ports de voyageurs et de marchandises (Boulogne sur Mer, Calais, Dunkerque).

Elle est en outre traversée par plusieurs axes majeurs : l'Euro-corridor Paris-Amsterdam, le trafic transmanche, et plus largement par un axe allant de la péninsule ibérique à l'Europe du Nord (Benelux, Nord de l'Allemagne, pays scandinaves).

Les transports en région Nord – Pas de Calais sont donc caractérisés par :

- une densité importante de flux de personnes et de marchandises ;
- des flux plus difficilement maîtrisables car de natures diverses : infrarégionaux, interrégionaux, nationaux, européens et internationaux.

Transports : le quart des émissions de CO₂ en région

Concernant les émissions de gaz à effet de serre en région Nord – Pas de Calais, la part du transport est équivalente à la moyenne nationale. Comme le montre le graphique ci-dessous, un quart des émissions régionales de dioxyde de carbone provient des transports.

La place de la route dans les transports régionaux

Une forte densité de routes et des flux routiers

En région, la route occupe, comme à l'échelle nationale, une place prépondérante. A plus forte raison avec l'existence d'un réseau routier et autoroutier particulièrement dense sur le territoire régional (cf. figure 4).

Elle totalise 12137 kilomètres de voiries : 568 km d'autoroutes, 1011 km de routes nationales et 10558 km de routes départementales⁹⁹. La région Nord – Pas de Calais représente 2,3% du territoire français mais 6,6% du réseau autoroutier national¹⁰⁰.

Un trafic régional plus dense que la moyenne nationale

Comme le montre le tableau 1, le trafic régional est supérieur à la moyenne nationale de :

- + 16,8 % pour les autoroutes
- + 21,5 % pour les routes nationales
- + 59,3 % pour les routes départementales

Tableau 1 : Infrastructures routières en Nord – Pas de Calais en 2005¹⁰¹

| | Longueur (km) | Débit (véhicules / jour) niveau régional | Débit (véhicules / jour) niveau national |
|------------------------|---------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Autoroutes | 568 | 38 470 | 32 925 |
| Routes nationales | 1 011 | 14 590 | 12 009 |
| Routes départementales | 10 558 | 2 582 | 1 621 |

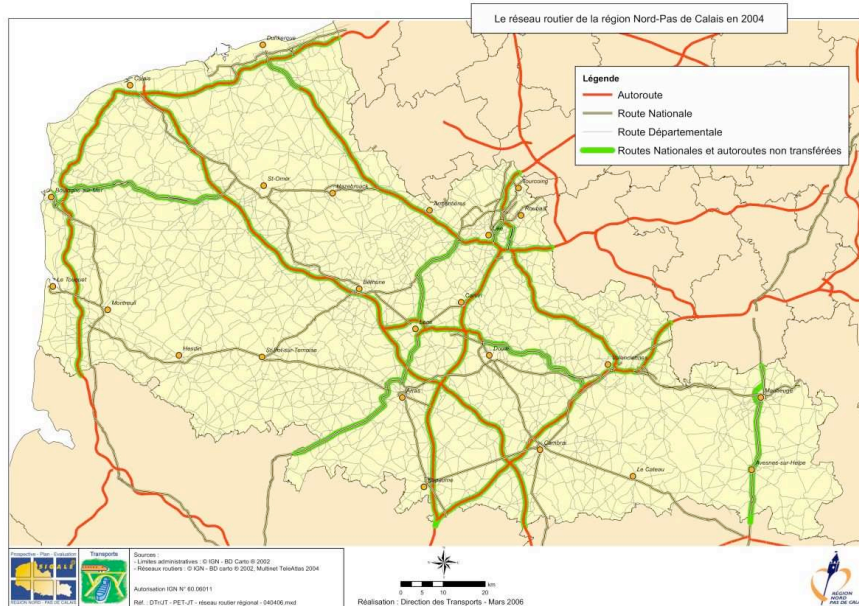
⁹⁹ Observatoire national de la sécurité routière
www.securiteroutiere.gouv.fr/onisr/DonneesGenerales.srv?codeReg=17

Année des statistiques : non communiquée.

¹⁰⁰ IFEN, *L'environnement en Nord – Pas-de-Calais*, Les cahiers régionaux de l'environnement, 2004.

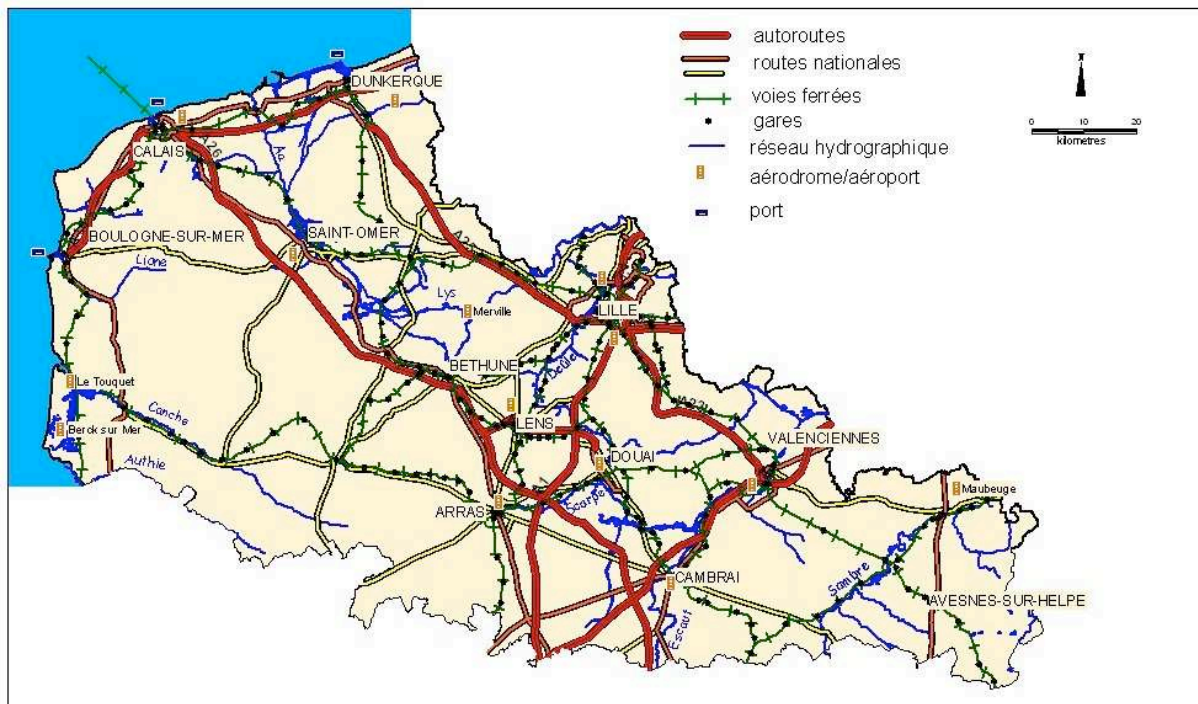
¹⁰¹ Réalisation : Virage-énergie NPdC, 2007 à partir des données de l'Observatoire national de la sécurité routière – Statistique des accidents – Accidentologie locale – Année 2005 www.securiteroutiere.gouv.fr/onisr/DonneesGenerales.srv?codeReg=17

Figure 4 : Le réseau routier de la région Nord – Pas de Calais en 2004



Source : SIGALE, Région Nord-Pas de Calais, 2005

Figure 5 : Carte des réseaux de transports de la région Nord – Pas de Calais



Réalisation Virage Energie Nord Pas de Calais 2008

Des trafics routiers régionaux toujours en hausse

Afin d’observer l’évolution des flux du trafic routier en région, l’INSEE Nord – Pas de Calais procède à des comptages à des points fixes sur différents axes régionaux¹⁰² :

- sur l’A1 au niveau de Douges, le trafic moyen journalier relevé en 2005 atteint 63 724 véhicules contre 60 826 en 2004, soit une augmentation de 4,8% ;
- sur l’A2, la moyenne journalière la plus élevée a été enregistrée au nord de Cambrai avec 27 157 véhicules. Le trafic est en augmentation de 1,8% à cet

¹⁰² INSEE, *Bilan socio-économique 2005 – Transport*, Les dossiers de profil n°81, mai 2006.

endroit par rapport à 2004 ;

- sur l'A26 enfin, au point de comptage le plus proche de Calais, le trafic en 2005 n'avait que sensiblement augmenté (+0,2%) avec une moyenne journalière de 11 554 véhicules.

Globalement au niveau du trafic routier régional, on observe une tendance à la croissance des flux.

Les autres modes de déplacements en Nord – Pas de Calais

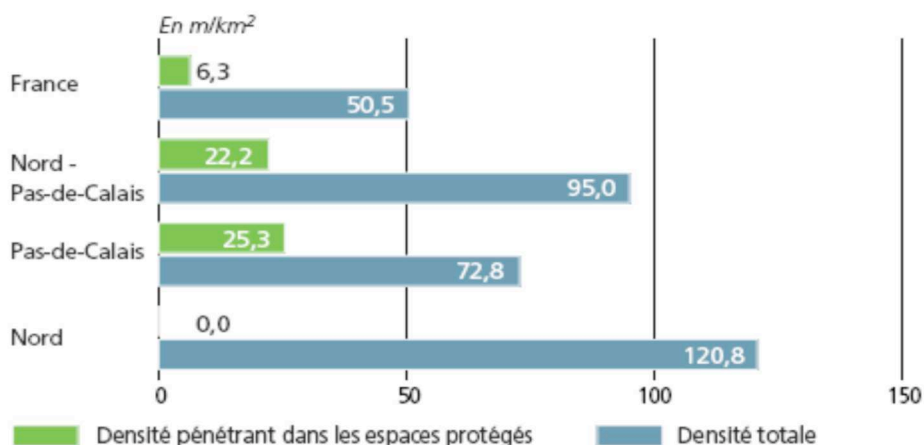
Le fer historiquement présent en région

Aujourd'hui le réseau régional de Train Express Régional (TER) dans le Nord – Pas de Calais représente ¹⁰³ :

- un réseau de 1300 km de voies, soit le réseau le plus dense après celui d'Ile-de-France,
- 18 lignes comportant 211 gares et points d'arrêt,
- 650 trains par jour,
- 80 000 voyages par jour, soit 40 000 aller-retour dont 54% sont effectués dans le cadre du domicile-études, 37% domicile-travail, et 9% pour les autres déplacements.

Cette situation constitue un terrain favorable au développement du ferroviaire en région, mais présente en même temps des problèmes de circulation sur certaines voies qui arrivent pratiquement à saturation.

Figure 6 : La densité du réseau ferré (sauf lignes à grande vitesse) en 2001 ¹⁰⁴



La proximité aux transports ferroviaires : une opportunité régionale supplémentaire

Selon une étude démographique et cartographique portant sur la région Nord-Pas de Calais ¹⁰⁵, il ressort que la population du Nord-Pas de Calais située à moins de 10 minutes d'un échangeur routier ou située à moins de 10 minutes d'une gare est quasiment égale : entre 92 et 94%, soit près de 3 700 000 habitants.

¹⁰³ Comité d'Établissement Régional SNCF Nord – Pas de Calais :

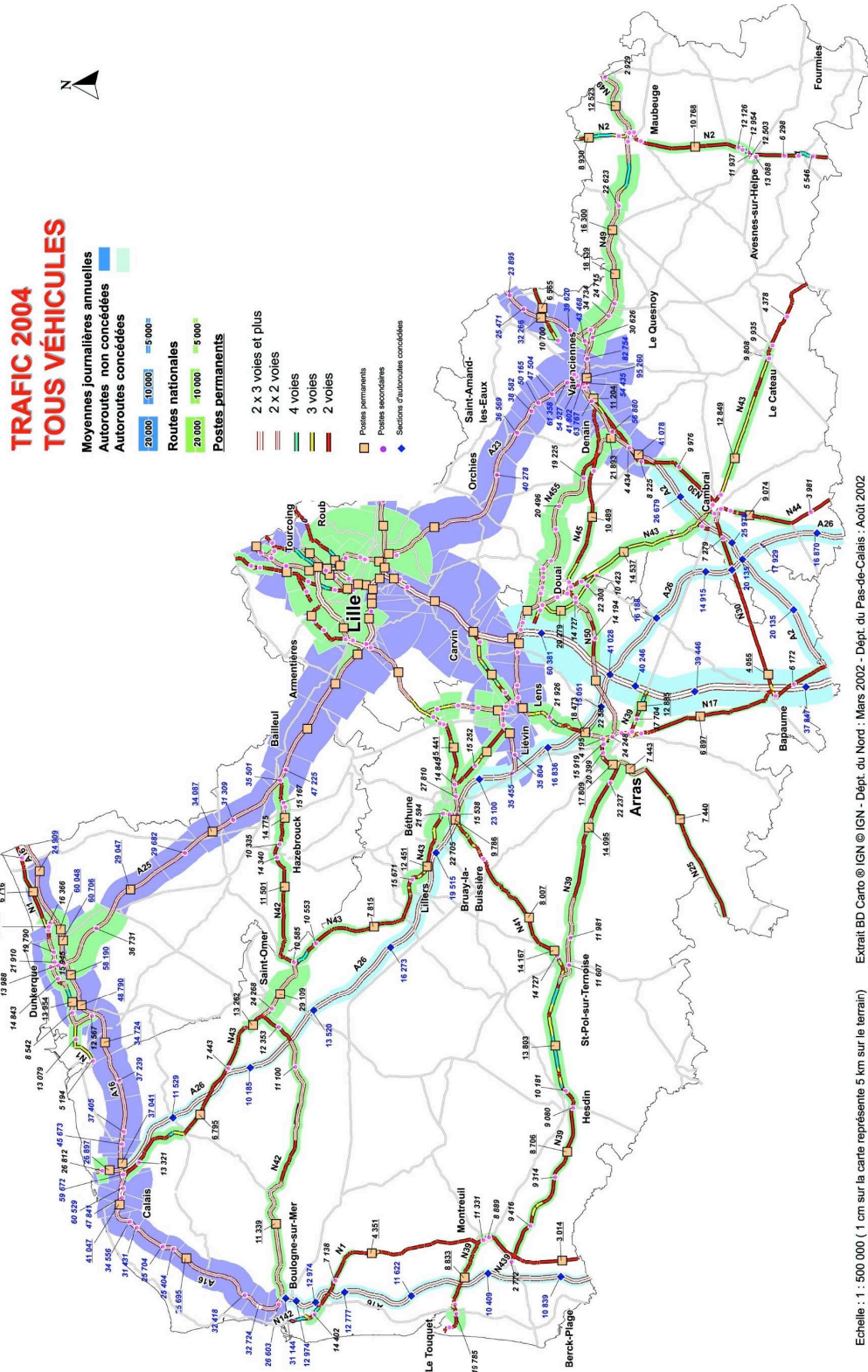
www.cecheminots-nordpasdecalais.com/activite_economique/voyageurs/htm

¹⁰⁴ Valérie Morel, « IFEN, 2004, *L'environnement en Nord-Pas-de-Calais*. Cahiers de l'environnement, IFEN, Orléans, 245 p. », *Développement durable et territoire*, Publications de 2004, mis en ligne le 2 février 2005

developpementdurable.revues.org/document1230.html

¹⁰⁵ source : bureau d'études : Territoires, sites et cités.

Figure 7 : Recensement de la circulation routière dans la région Nord-pas de calais¹⁰⁶



¹⁰⁶ Source : INSEE Nord-Pas de Calais – dossier de profils n°85, juillet 2007. Directions départementales de l'équipement du Nord et du Pas de Calais, sociétés des Autoroutes du Nord et de l'Est de la France. Carte réalisée par le CETE Nord-Picardie, juin 2006. Département Infrastructures-groupe exploitation de la route.

ANNEXE 2 - Transformer le système de transports : autres propositions d’actions

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Quels changements organisationnels opérer ? | 48 |
| 1.1. Faciliter l’intermodalité des voyageurs | 48 |
| 1.1.1. Organiser les transports en commun de manière plus efficace..... | 48 |
| 1.1.2. Organiser la mobilité régionale autour du TER..... | 51 |
| 1.1.3. Promouvoir le vélo à l’échelle interurbaine | 51 |
| 1.2. Opérer le report modal des flux de marchandises..... | 52 |
| 1.2.1. Encourager l’intermodalité en orientant l’acquisition de matériels compatibles | 53 |
| 1.2.2. Développer une alternative adaptée au contexte régional : le ferroutage | 53 |
| 1.2.3. Transport fluvial : l’opportunité du canal Seine - Nord Europe | 54 |
| 1.2.4. Un complément indispensable : les infrastructures multimodales | 55 |
| 1.3. Réduire les flux de marchandises | 56 |
| 1.3.1. Repenser nos systèmes de production, de distribution et de consommation des biens | 56 |
| 1.3.2. Le transport de marchandises en ville : créer des pôles logistiques urbains | 57 |
| 1.3.3. Le traitement des déchets : optimisation des flux et intermodalité | 59 |
| 2. Législation des transports : quelles mesures mettre en œuvre ? | 61 |
| 2.1. Les actions sur les véhicules individuels | 61 |
| 2.2. Limiter et faire respecter les vitesses sur route | 61 |
| 2.3. Adapter la fiscalité liée aux transports..... | 62 |
| 3. Responsabiliser les citoyens et les acteurs économiques et institutionnels..... | 62 |

1. Quels changements organisationnels opérer ?

1.1. Faciliter l'intermodalité des voyageurs

Contexte et enjeu La région compte 4 013 107 habitants¹⁰⁷. Elle s'organise autour de grands ensembles économiques et bassins de vie :

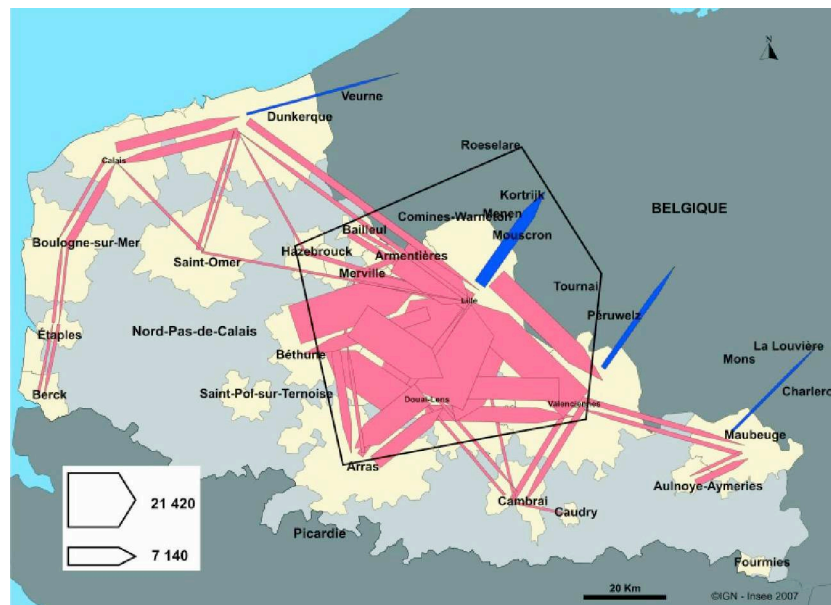
- la métropole lilloise entourée par les villes de l'ancien bassin minier,
- les agglomérations de la zone littorale,
- les villes du Hainaut.

Entre ces pôles ont lieu d'importants échanges de personnes qui sont amenées à se déplacer quotidiennement pour leur travail (cf. carte ci-dessous), les démarches administratives, les achats, les loisirs, etc. Cette demande de mobilité est croissante. Pour la satisfaire, tout en répondant aux exigences climatiques et énergétiques, les axes suivants sont à développer :

- l'organisation efficace et cohérente du réseau de transports en commun,
- le TER, comme *épine dorsale* de la mobilité en Nord-Pas de Calais¹⁰⁸,
- la promotion et le développement des modes doux.

L'enjeu est ici de contenir, voire d'infléchir, l'essor régional de la route.

Figure 1 : Les flux domicile-travail entre les aires urbaines en région Nord-Pas de Calais¹⁰⁹



INSEE Nord – Pas de Calais – Profils n°10, février 2004, *L'émergence d'un polygone central aux relations intenses*, d'après données recensement 1999

1.1.1. Organiser les transports en commun de manière plus efficace

Contexte

Les aires urbaines de la région ont en commun une faible centralité (la métropole lilloise par exemple est organisée autour de plusieurs pôles : Lille, Roubaix, Tourcoing, Villeneuve d'Ascq). Ce type d'urbanisation induit des déplacements diffus, ce qui complique l'organisation des transports en commun. Par ailleurs, ceux-ci répondent principalement à la demande domicile-travail et répondent moins aux autres besoins de déplacements (achats, école, loisirs, sorties)¹¹⁰.

¹⁰⁷ INSEE, *Tableaux Economiques Régionaux Nord-Pas-de-Calais*, édition 2005.

¹⁰⁸ Région Nord – Pas de Calais, *Schéma Régional des Transports*, Projet soumis à consultation et avis, 05/05/06

¹⁰⁹ INSEE Nord – Pas de Calais – Profils n°10, février 2004, *L'émergence d'un polygone central aux relations intenses*, d'après données recensement 1999.

¹¹⁰ Mieux organiser les transports collectifs – Les enjeux du transport régional – DIREN Nord – Pas de Calais

L'enjeu des transports en commun est la bonne articulation et la cohérence des réseaux entre eux. Une organisation efficace facilite les trajets aux usagers et optimise leur temps de parcours. Or, le temps de parcours est, avec le coût de déplacement, un argument qui peut convaincre les automobilistes d'opter pour les transports collectifs.

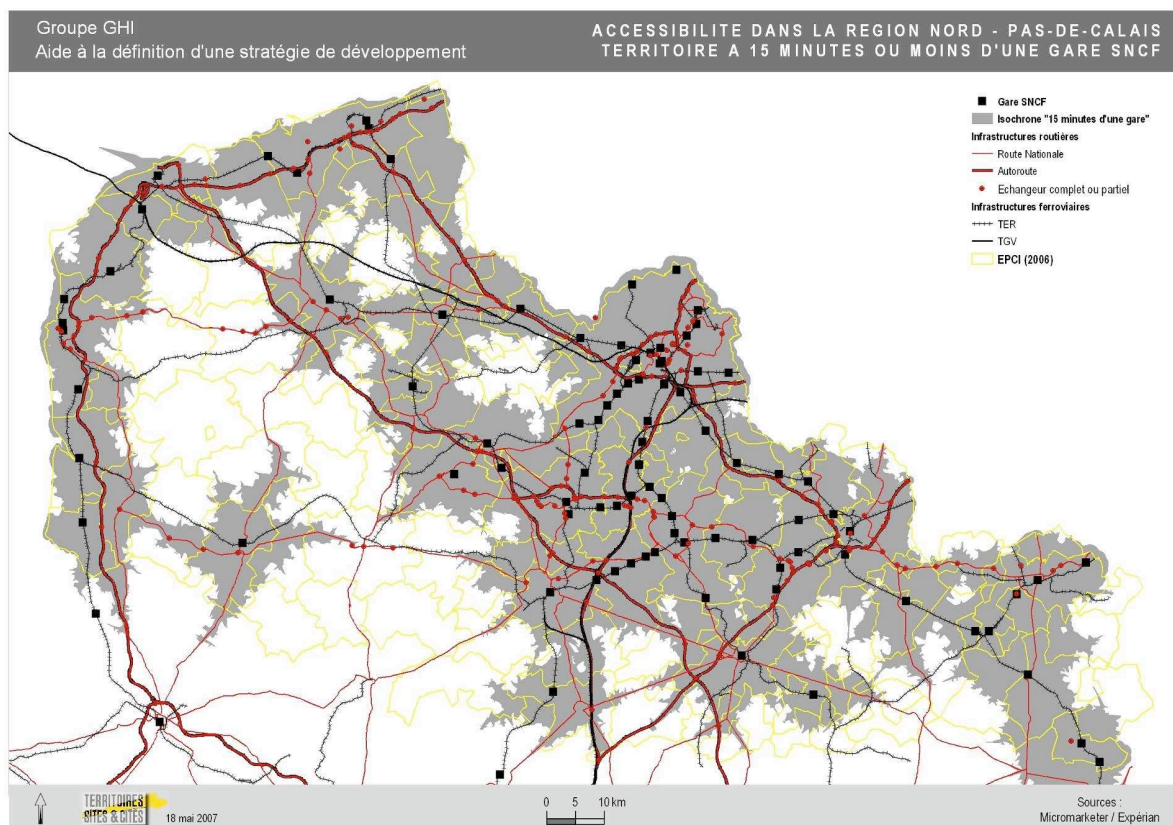
Pour gagner en efficacité et en temps de trajet, il est important de développer l'intermodalité entre les transports, c'est-à-dire faciliter le passage d'un mode à un autre. Par exemple à Freiburg-im-Brigau en Allemagne, un point multimodal situé à côté de la gare regroupe une station de lignes de tramways, et un parking à vélo à grande contenance avec douches et casiers privatifs, services de réparation et de gardiennage. Cette zone est également accessible à pied depuis le centre-ville tout proche. Un axe routier longe la gare, il y circule des lignes de bus urbain. La capacité d'accueil est importante et le passage d'un mode de transport à un autre se fait aisément : c'est là tout l'intérêt des pôles multimodaux.

Afin de répondre au mieux à la demande de mobilité des habitants de la région et de limiter l'usage de la voiture, un réseau de transports collectifs efficace doit être organisé et optimisé grâce à l'intermodalité.

S'appuyer sur la réalité des infrastructures régionales de transports

Les infrastructures régionales existantes de transports en commun sont un atout pour favoriser le report modal des personnes. En croisant points nodaux routiers et de transports en commun et lieux d'habitat, la carte et le tableau ci-dessous montrent que 90% de la population régionale est aussi proche des arrêts de transport en commun que des échangeurs autoroutiers.

Figure 2 : Accessibilité dans la région Nord-Pas de Calais, territoire à 15 minutes ou moins d'une gare SNCF¹¹¹



Source : Cabinet d'études *Territoires, sites et cités*, 2007

www.nord-pas-de-calais.ecologie.gouv.fr/article.php3?picto_theme=oui&theme=oui&id_article=331

¹¹¹ Source : Bureau d'études *Territoires, sites et cités*, 2007.

Tableau 1 : Accessibilité dans la région Nord - Pas de Calais : population à moins de 10 minutes d'une gare et/ou d'un échangeur routier¹¹²

| | A 10 minutes d'une gare et d'un échangeur | | A 10 minutes d'une gare | | A 10 minutes d'un échangeur | | Total |
|-----------------|-------------------------------------------|-----------|-------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|
| Population 1999 | 91,17% | 3 642 854 | 92,53% | 3 697 401 | 94,33% | 3 769 490 | 3 995 871 |
| Population 2005 | 90,92% | 3 629 997 | 92,24% | 3 682 482 | 94,23% | 3 762 120 | 3 992 466 |

- **A l'horizon 2050, les bassins de vie seront interconnectés en transports en commun au reste du territoire.** Aux Pays-Bas, la loi stipule ainsi que dans les zones urbaines denses, 90% de la population doit être reliée efficacement à un moyen de transport collectif. Or ce cas de figure – la densité de population – s'applique à une grande partie de la région Nord-Pas de Calais.

- **Mettre en place une autorité unique de déplacements par Pays**

A l'heure actuelle, les autorités organisatrices de transport sont organisées en « mille-feuilles », chacune ayant des compétences et des territoires qui se superposent. L'intérêt de constituer des autorités uniques de déplacement serait de regrouper la gestion de la voirie, du stationnement, des transports en commun urbains, des transports en commun interurbains, du développement des modes doux, sous une même et unique autorité. L'échelon serait celui des Pays, qui sont à la fois territoires de projets et bassins économiques. Les agences seraient coordonnées au niveau régional.

- **Faciliter les démarches aux usagers :**

- **par l'aménagement de pôles multimodaux** : articuler sur un même lieu différents modes de transports (train, bus, vélo, tramway...) et prévoir des parcs relais pour vélos et voitures à différents points des lignes de transport.

- **par la création de formules tarifaires** permettant de voyager avec un même ticket sur différents réseaux « complémentaires » : un billet unique pour le TER, métro, tram et bus. Un tel projet, à l'étude sur la métropole lilloise, est actuellement à l'essai à Valenciennes¹¹³ et mis en œuvre en Bretagne avec la carte Korriogo.

- **par l'instauration de « plates-formes d'information multimodale »** : lieux où sont représentées les différentes autorités organisatrices des transports (TER, transports urbains, transports interurbains...). Les usagers y ont plus facilement accès à l'information et les démarches leur sont simplifiées.

- **Mettre en place le tram-train sur la région lilloise et le bassin minier**

Le principal problème dans la mise en place de toute voie de transport est la rupture de charge : c'est l'étape au cours de laquelle les passagers d'un premier mode de transport passent dans un second (exemple : du bus au métro, du vélo au tram...). Le tram-train permet d'éviter les ruptures de charge. Il peut à la fois circuler sur les voies de tramway en centre-ville et sur le réseau ferroviaire dans les zones périurbaines, voire même au-delà, à l'échelle régionale.

Le tram-train est aujourd'hui en phase d'étude sur la région lilloise : plusieurs scénarii sont envisagés : on optera pour le plus ambitieux, afin de répondre au mieux à la demande de mobilité à l'intérieur de la métropole et entre la métropole et l'ancien bassin minier.

- **Conditionner l'aménagement de toute nouvelle zone d'activité économique à une accessibilité multimodale¹¹⁴**

Cela implique l'interdiction de toute zone d'activité dont l'accès serait « monomodal » par la route, et de conditionner l'aménagement :

- à des dessertes en transports en commun pour les salariés
- à des voies d'eau ou voies ferroviaire pour les flux de marchandises

Contenu de l'action
Acteurs

Autorités Organisatrices de Transports : villes, EPCI, départements et Région.

¹¹² Op. cité

¹¹³ Transpôle, journée de présentation de l'Agenda 21 de Villeneuve d'Ascq, le 24/03/07.

¹¹⁴ Cf chapitre « Urbanisme et vie locale » : action 4.1. « conditionner les extensions urbaines à une desserte performante par les modes alternatifs à la voiture et aux camions - les activités économiques (hors commerces) nécessitant de l'espace, à proximité des voies ferrées ou de la voie d'eau », p.6.

1.1.2. Organiser la mobilité régionale autour du TER

| | |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Contexte | Comme nous l'avons vu dans l'état des lieux régional, le rail est relativement bien développé en Nord – Pas de Calais. Grâce à ce réseau, les déplacements à l'échelle infra-régionale peuvent être pensés et organisés autour du Train Express Régional (TER). |
| Contenu de l'action | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Poursuivre l'effort engagé pour les TER : afin de répondre aux besoins quotidiens de déplacements domicile-travail, l'offre de TER sera optimisée sur les axes les plus fréquentés de la région : <ul style="list-style-type: none"> - en direction et en provenance de la métropole lilloise, - de périphéries à périphéries : notamment les villes du bassin minier entre elles. ▪ Poursuivre les investissements en faveur du rail : au vu de l'état proche de la saturation de certaines lignes, la création de nouvelles lignes s'avère nécessaire. Parallèlement, le réseau ferré nécessite des investissements pour l'entretien des voies ferrées, l'électrification de lignes, la modernisation et le renouvellement du matériel roulant, le doublement des lignes à voie unique... ▪ Aménager l'abond des gares pour faciliter l'intermodalité : infrastructures pour vélo, système de location de vélos, desserte de bus, parkings réservés aux usagers du train... ▪ Engager un effort pour une plus grande régularité et une plus grande ponctualité des transports ferroviaires, et communiquer sur les résultats pour attirer des usagers potentiels. ▪ Utiliser les Comités de ligne comme véritable outil de concertation. Les Comités de ligne sont une instance de dialogue entre la Région, la SNCF et les usagers du TER. Il permet aux usagers de s'exprimer sur leurs attentes, et de faire part de leurs remarques et suggestions. Mais à l'heure actuelle, 88% des usagers régionaux n'ont pas connaissance de l'existence des comités de ligne¹¹⁵. |
| Le TER-GV : un TER à grande vitesse unique en France | <p>Service unique en France, le Train Express Régional à Grande Vitesse (TER-GV) a été mis en service dans la région en 2000. C'est un TER à grande vitesse qui relie Lille aux principales villes de la région en un temps moindre que les lignes TER classiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lille – Dunkerque en 32 minutes - Lille – Calais en 38 minutes - Lille – Boulogne-sur-Mer en 55 minutes - Lille – Arras : un train uniquement dans ce sens (retour impossible en raison des capacités d'infrastructures). <p>Le TER-GV sera développé et étendu vers d'autres villes afin de répondre au mieux aux besoins de mobilité infra-régionale¹¹⁶. Les infrastructures existantes seront elles améliorées (exemple : ligne Arras – Lille précitée).</p> |
| Acteurs | <p>Acteur principal pour le TER et le TER-GV : la Région, en tant qu'Autorité Organisatrice du TER.</p> <p>La SNCF est exploitante (signature de Convention de régionalisation avec la Région, accords pour les réouvertures de lignes, etc.).</p> <p>Le Comité d'Etablissement Régional des Cheminots, au travers de sa Commission Economique, participe également au suivi du TER.</p> <p>Autres partenaires : Réseau Ferré de France (RFF) et les collectivités territoriales à différentes échelles.</p> |

1.1.3. Promouvoir le vélo à l'échelle interurbaine ¹¹⁷

| | |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Contexte | Dans cette partie consacrée aux modes de déplacements interurbains, le vélo a également sa place. Souvent promu pour les déplacements en ville, le vélo constitue également une alternative aux déplacements infra-régionaux : pour les déplacements de loisirs mais aussi pour tout ou partie des trajets domicile-travail. Ceci est possible si les conditions de sécurité et de continuité d'itinéraires sont remplies à travers des aménagements spécifiques. |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

¹¹⁵ Enquête Ipsos – Comité d'Etablissement Régional Nord-Pas de Calais de la SNCF *in* Droit de regard – le journal économique et social des cheminots du Nord - Pas de Calais, avril 2007.

¹¹⁶ Il est actuellement question d'étendre ce service vers le sud-est de la région en Sambre-Avesnois : Maubeuge et Fourmies pourraient relier Lille en 45 minutes.

¹¹⁷ Pour le vélo à l'échelle urbaine, se référer au chapitre « Urbanisme et mobilité ».

Contenu

- **Aménager des parcs à vélos dans toutes les gares** pour faciliter le stationnement des vélos. Ainsi les personnes qui se rendent à leur lieu de travail en TER peuvent finir leur parcours à vélo. Cela permet d'éviter l'encombrement des TER qui peut survenir si beaucoup de personnes transportent leur vélo à bord.

- **Développer les véloroutes et les voies vertes**¹¹⁸

Les véloroutes sont des itinéraires cyclables à moyenne et longue distance. Elles répondent notamment à des critères de continuité, de linéarité et de sécurité. Elles supposent une liaison avec les transports ferrés et une bonne accessibilité.

Les voies vertes sont des aménagements en site propre, ouverts à tous les modes non motorisés (piétons, personnes à mobilité réduite, cyclistes, rollers, cavaliers) et sont situées dans un environnement de loisirs de plein air (trame verte, parc urbain...).

Pour les voies existantes mais discontinues, elles se verront aménagées de façon à constituer un véritable réseau régional de véloroutes et voies vertes. Cet objectif est d'ores et déjà inscrit dans le Contrat de Projet Etat Région 2007-2013¹¹⁹ et le Schéma Régional des Transports¹²⁰. Une attention particulière sera toutefois portée à la qualité du revêtement, qui sera la moins polluante possible.

- **Favoriser une pratique naissante : les déplacements domicile-travail inter-urbains**

Le vélo est de plus en plus utilisé comme moyen de transport en dehors de la seule pratique des loisirs : les trajets domicile-travail et domicile-étude. Cette pratique tend à nouveau à se développer avec la possibilité de voyager avec son vélo en train ou en tram et avec l'apparition de systèmes de déplacements comme le vélo couché.

Effectuer quotidiennement des trajets plus longs est désormais possible comme en témoignent certains pionniers : Lille – Lens en 50 minutes en vélo couché ; Lille – Lys-lez-Lannoy en vélo classique ou en vélo couché en 40 minutes...

- **Installer les équipements d'accompagnement nécessaires sur les lieux de travail et sur les pôles multimodaux** : locaux à vélos, balisage des circuits, itinéraires conçus de façon continue en site propre.

Pour favoriser la pratique du vélo pour les trajets domicile-travail, la réglementation conditionnera l'installation d'entreprises à la mise en place de locaux vélo (casiers privatifs, douches...), au même titre qu'aujourd'hui elle prévoit des places de parking pour voitures.

- **Mettre en place un service public du vélo** : il s'agit de structures de location de vélos, à tarif attractif et avec une densité de bornes suffisante pour que l'usage du vélo en ville soit flexible et pratique d'utilisation.

Acteurs

Région Nord – Pas de Calais, Etat, collectivités locales, associations d'usagers du vélo, entreprises.

1.2. Opérer le report modal des flux de marchandises

Trois axes d'intervention pour le transport de marchandises en NPdC

Face à l'omniprésence de la route dans le secteur du fret et au regard de la nécessité de réduire les GES, il découle trois axes d'intervention qui seront développés ci-après.

→ une meilleure répartition des modes de transports, en utilisant et en développant les potentialités régionales ;

→ une modification des systèmes de production, de distribution et de consommation des biens, afin de réduire les flux et de minimiser la longueur de trajets des marchandises ;

→ créer un contexte favorable à la mise en place des mesures : un contexte législatif et réglementaire, mais également un contexte d'acceptabilité sociale en sensibilisant l'opinion.

¹¹⁸ Source : Région Nord – Pas de Calais, Schéma Régional des Transports, Projet soumis à consultation et avis, 05/05/06.

Remarque : Le département du Pas-de-Calais, en tant qu'adhérent de l'Association des Départements Cyclables, dispose d'un Schéma Départemental des itinéraires cyclables qui vise à développer voies cyclables et cyclotourisme.

¹¹⁹ Contrat de Plan Etat Région 2007-2013, priorité 55 « Développer les véloroutes et voies vertes dans le cadre du schéma des itinéraires cyclables d'intérêt national ».

¹²⁰ *Faire du Nord – Pas de Calais un hub au cœur de l'Europe*, Schéma Régional des Transports, projet soumis aux consultations et avis, Conseil Régional du Nord – Pas de Calais, mai 2006, page 33.

1.2.1. Encourager l'intermodalité en orientant l'acquisition de matériels compatibles

Qu'est-ce que le transport combiné? ¹²¹

Pour transporter une partie des marchandises par voie ferrée ou par voie fluviale, il faut faciliter l'échange entre route/rail, et route/voie d'eau. C'est tout l'enjeu du transport combiné.

Le transport combiné est la combinaison d'au moins deux modes de transport au sein d'une même chaîne. Le contenant (caisse mobile, semi-remorque...) est transbordé d'un mode de transport à un autre. La plus grande partie du trajet doit s'accomplir par voie ferrée, navigable ou maritime, le trajet par la route étant le plus court possible.

Les atouts du transport combiné

La technique du transport combiné est bien adaptée aux transports nationaux et internationaux de marchandises sur de longues distances (supérieures à 600 km) et sur des axes où des transports en masse sont possibles. Dans ces conditions, le transport combiné offre une solution alternative performante au transport purement routier.

Doté d'une efficacité énergétique jusqu'à cinq fois supérieure à celle du transport routier, le transport combiné permet de réduire les émissions de dioxyde de carbone. Il diminue aussi l'encombrement des réseaux routiers et sur le plan énergétique rend la France moins dépendante du pétrole¹²².

Un défi majeur : les ruptures de charge

La rupture de charge est l'étape pendant laquelle des marchandises transportées dans un véhicule sont transbordées dans un second. Cette opération a un coût en raison du temps, des infrastructures et de la main d'œuvre qu'elle requiert.

L'étape de la rupture de charge est un défi pour le transport combiné car celui-ci doit rester compétitif, face au transport routier qui jouit d'une plus grande flexibilité et de certains coûts non imputés (gratuité des autoroutes, coûts environnementaux non inclus, coûts salariaux...).

1.2.2. Développer une alternative adaptée au contexte régional : le ferroutage

Contexte

Le ferroutage est le terme employé pour désigner le transport combiné rail-route.

En 1974, le chemin de fer représentait 46% du transport de marchandises en France ; sa part en 2002 n'est plus que de 20%¹²³.

En région Nord – Pas de Calais, on observe la même tendance à une exploitation très relative de ce mode de transport. Grâce à son réseau ferroviaire dense (2^e réseau le plus maillé de France), la région dispose pourtant là d'un atout pour le report modal de la route vers le ferroviaire.

L'efficacité climatique du ferroutage¹²⁴

En 2002, le transport combiné rail-route a permis d'éviter en France

- 4000 poids lourds en moyenne par jour : soit **un million par an**
- environ **820 000 tonnes de CO₂** sur l'année

Pour acheminer un chargement de marchandises, un train de transport combiné émet **130 fois moins de CO₂** qu'un poids lourd

Efficacité énergétique du ferroutage

1kg de pétrole permet de déplacer sur 1 km :

- 39 tonnes par camion
- 83 tonnes par voie fluviale
- 174 tonnes par voie ferrée

¹²¹ Source : http://www.ademe.fr/auto-diag/transports/rubrique/Dossiers/transport_combine.asp

¹²² Source : ADEME, *Transfert modal de marchandises : 6 opérations exemplaires à suivre*, février 2006. www.ademe.fr/auto-diag/transports/rubrique/Dossiers/doc/plaquette_transfert_modal_marchandises.pdf

¹²³ Source : Union des Transports Publics et Ferroviaires : www.utp.fr

¹²⁴ Source pour les 2 encadrés : ADEME, *Transfert modal de marchandises : 6 opérations exemplaires à suivre*, février 2006. www.ademe.fr/auto-diag/transports/rubrique/Dossiers/doc/plaquette_transfert_modal_marchandises.pdf

| | |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Contenu | <p>Redévelopper l'investissement national en faveur du rail</p> <p>La remise en l'état et l'extension du réseau ferré exige un effort financier. Réorienter une partie des crédits alloués aux projets de nouvelles voies autoroutières contribuerait à la requalification du rail.</p> <p>Promouvoir le rail auprès des entreprises de transports</p> <p>Les créneaux compétitifs du rail sont aujourd'hui restreints mais il présente des avantages qu'il faut faire valoir auprès des entreprises : économies financières et compétitivité accrue. Par le ferroutage, les transporteurs routiers peuvent en effet diminuer leurs coûts variables (carburants, pneumatiques...), accroître leur productivité (il est possible de transporter plus de marchandises avec le même personnel et le même parc), et mieux gérer leur matériel et leurs salariés¹²⁵.</p> <p>Ce mode de transport répond également aux attentes des clients. Il propose une capacité de chargement supplémentaire de 10% par rapport à la route, grâce aux 44 tonnes de poids total roulant, et des délais performants avec une régularité horaire. Il permet en outre de réduire les risques d'accidents.</p> <p>Apporter un soutien financier aux transporteurs qui souhaitent développer le transport ferroviaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une aide à la décision, sous forme d'aide financière accordée pour la réalisation d'études de faisabilité du passage au transport rail/route - des aides à l'investissement pour l'acquisition de matériel¹²⁶ |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Acteurs | <p>Etat, ADEME</p> <p>(Dans le cadre du contrat de plan révisé, entre l'Etat et l'ADEME, l'objectif a été de soutenir l'acquisition de 500 caisses mobiles par an entre 2000 et 2006. Cela correspond à un transfert annuel vers le transport combiné de 400 millions de tonnes-km.)</p> |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

1.2.3. Transport fluvial : l'opportunité du canal Seine - Nord Europe

| | |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Contenu | <p>Dans la région, les axes à investir pour le développement du transport fluvial sont de deux ordres :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la modernisation des canaux existants, par le recalibrage de portions de voies et le rehaussement de ponts (canal grand gabarit Dunkerque – Escaut) : déjà entreprise, décidée dans le CPER 2007-2013 ; - la réalisation du canal à grand gabarit Seine - Nord Europe, partie française de la future liaison fluviale européenne Seine – Escaut (voir encadré ci-dessous), canal dont l'objectif est de « prendre 500.000 poids lourds chaque année à la route et de les mettre sur le canal »¹²⁷. |
| Acteurs | <p>Union Européenne : participation au financement du Canal Seine Nord dans le cadre du programme RTE (Réseau TransEuropéens)</p> <p>Etat : Voies Navigables de France (VNF)</p> <p>Collectivités locales et partenariat public-privé</p> |

Gains possibles par les alternatives à la route : exemple du transport fluvial¹²⁸ :

Trajet Lille –Rotterdam effectué par la Lys ou l'Escaut, par rapport au même trajet effectué par la route :

- CO₂ : émissions divisées par 3.
- SO₂ (acidification): moins 40% d'émissions.
- nuisances sonores : disparaissent presque totalement.

¹²⁵ Source : *Tableau de bord des transports combinés*– synthèse, ADEME / AJI Europe, octobre 2006, page 12.

¹²⁶ Transfert modal de marchandises vers le fer et le fleuve : six opérations exemplaires à suivre menées par des entreprises françaises avec le soutien technique et financier des services centraux et des délégations régionales de l'ADEME. Voir Plaquette « Transfert modal de marchandises : 6 opérations exemplaires à suivre » :

www.ademe.fr/auto-diag/transports/rubrique/Dossiers/doc/plaquette_transfert_modal_marchandises.pdf

¹²⁷ La Voix du Nord, *Canal Seine – Nord : l'enquête publique démarre*, 16/01/07.

¹²⁸ Etude de ESTIA VIA, Ecole polytechnique de Lausanne, Suisse in émission télévisuelle *Le Dessous des Cartes*, Arte, « Vers des transports durables », 2007.

Canal Seine – Nord Europe¹²⁹

- Longueur : 106 km dont 26 dans le Nord - Pas de Calais
- Coût : 3,2 milliards d'euros
- Mise en service du canal : prévue entre 2013 et 2015
- Pertinence du projet : reliera Compiègne (Oise) au canal Dunkerque-Escaut (Nord), chaînon manquant entre la Seine et le réseau fluvial de l'Europe du Nord ; il permettra de relier le bassin de la Seine à partir du Havre, de Dunkerque, d'Anvers ou de Rotterdam
- Objectif de report modal en 2020 : réduction du trafic routier de 500 millions de tonnes-kilomètres par an par transfert de la route vers la voie d'eau
- Infrastructures complémentaires :
 - plate-forme trimodale (rail, route, eau) prévue à Marquion (viendra compléter celle de Dourges)
 - quai de transbordement de céréales à Graincourt-lès-Havrincourt.
- Bénéfices attendus en terme d'emplois : 15 000 emplois dans les 10 ans après son ouverture, dans le secteur de la logistique, des ports, de la navigation fluviale... A long terme (horizon 2050), les prévisions estiment entre 35 000 à 45 000 le nombre potentiel d'emplois créés.

Avec l'échéance relativement proche de la mise en service du canal, la pertinence de la construction de nouvelles infrastructures autoroutières en région se pose. Sans même évoquer leur contribution à l'effet de serre et à la pollution régionale, ces dernières concurrenceraient le transport fluvial et iraient à l'encontre de toute politique de report modal.

1.2.4. Un complément indispensable : les infrastructures multimodales
Contenu
Développer les plates-formes multimodales

Parallèlement au développement des différents modes de fret, et pour faciliter le passage d'un mode à un autre, certains aménagements sont à réaliser. Ces infrastructures multimodales se feront :

- au niveau de certaines gares existantes : des équipements appropriés pour le chargement et déchargement des marchandises, et des espaces de transit et de stockage ;
- par la construction de nouvelles plates-formes multimodales sur le modèle de celle implantée à Dourges.

Exemple d'un centre multimodal en région : la plate-forme Delta 3 à Dourges¹³⁰
DONNEES TECHNIQUES

- Plate-forme trimodale (fer, fluvial, route) et plate-forme logistique
- Localisation à Dourges : 22 km de Lille, 97 km de Dunkerque et 199 km de Paris
- Superficie : 330 hectares

DONNEES DE TRAFIC

- 85 000 passages de conteneurs pour l'année 2004
- Trafic ferroviaire : 14 trains par jour, soit 3266 sur l'année 2004
- Une barge fluviale une fois par semaine
- 80 emplois en 2004

Remarque : les données datent de 2004, première année de mise en service ; depuis l'activité du site s'est développée mais des données plus récentes sont pour l'instant indisponibles.

¹²⁹ Source : La Voix du Nord – 16/01/07 et 14/03/07

1.3. Réduire les flux de marchandises

Relocaliser la production près des lieux de consommation avec un véritable coût de transport Le développement de l'intermodalité et des transports via des modes moins polluants tels la voie d'eau et la voie ferrée ne doit pas s'affranchir d'une réflexion et d'une action sur la maîtrise des flux, notamment de marchandises.

Pourquoi utilise-t-on autant de transports ? Le faible coût du transport du fait du pétrole à bon marché en est une raison majeure. La « quantité » de transport consommée dépend en effet directement de son coût, de son poids dans le budget.

Mais Il s'agit d'un coût relatif par rapport par exemple au coût de la production ou au stockage sur place, dans le cas d'une entreprise et à la valeur d'une activité sur place, dans le cas d'un particulier. C'est aussi un moteur de la mondialisation économique. C'est peut-être enfin un moteur de la multiplication des loisirs ou des emplois éloignés du domicile.

1.3.1. Repenser nos systèmes de production, de distribution et de consommation des biens

Contexte et problématique

Dans le domaine du transport de marchandises, deux constats peuvent être faits.

- les lieux de production des marchandises sont de plus en plus éloignés des lieux de consommation : le faible coût de la main d'œuvre et les faibles coûts des transports créent des conditions favorables au développement de ce système de production.
- les entreprises fonctionnent en flux tendus, c'est le système du « juste-à-temps » : les stocks sont sur les routes et évitent ainsi la gestion coûteuse d'entrepôts de stockage.

Ce mode d'organisation économique contribue au développement du transport aérien et du transport routier, deux modes très impactants au niveau climatique. Le transport maritime, pourtant plus sobre en émissions de CO₂, commence à son tour à poser problème au vu de l'ampleur de son développement¹³¹.

Le consommateur n'a pas forcément conscience de l'impact de ses choix de consommations. D'autant plus que le prix qu'il paye ne reflète que très partiellement les multiples trajets effectués durant le processus de fabrication, le transport international bénéficiant de très faibles coûts.

Contenu

▪ Sensibiliser les consommateurs

→ à la consommation locale et de saison

Acheter des produits hors saison implique un impact énergétique et climatique très important. Chauffer les serres nécessite de l'énergie, les camions provenant du sud de l'Europe ou du nord de l'Afrique émettent des gaz à effet de serre et les matériels de transport frigorifiques rejettent des CFC¹³² dans l'atmosphère.

Le fait de disposer de tous les produits en toute saison est aujourd'hui entré dans les mœurs et n'incite pas les consommateurs à remettre en question leurs habitudes d'achats.

Mais si les consommateurs que nous sommes privilégient lors de leurs achats alimentaires les fruits et légumes de saison et les produits régionaux, ce choix nécessitera moins de transport longue distance pour acheminer ces produits.

Un fruit importé hors saison par avion consomme pour son transport 10 à 20 fois plus de pétrole que le même fruit produit localement et acheté en saison¹³³.

Exemple : 1 kg de fraises achetées en France en hiver peut nécessiter l'équivalent de 5 litres de gasoil.

→ à l'énergie grise

L'énergie grise désigne la totalité de l'énergie qu'un produit a nécessité durant son processus de fabrication et durant son transport jusqu'au consommateur final.

Exemple : un pot de yaourt à la fraise peut parcourir jusqu'à 9000km si l'on prend en

¹³⁰ Source : CETE Nord – Picardie

¹³¹ Source : *Water transport : Alarming Emission Growth* – Silvia Maffii, Director Trasporti e Territorio Consultancy (Italy) conférence "Transport and Climate Change", Bruxelles, 14 juin 2007.

¹³² CFC : gaz Chlorofluorocarbone : utilisé dans les climatisations et appareils de refroidissement, c'est un gaz à effet de serre très impactant du point de vue réchauffement climatique : 20 000 fois plus dommageable que le CO₂, il reste 100 ans dans l'atmosphère. (source : wikipedia).

¹³³ source : *Des gaz à effet de serre dans mon assiette ?* – campagne de sensibilisation de Réseau Action Climat – France, avec le soutien de l'ADEME et du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.

compte le trajet parcouru par chacune des matières premières (fraises, lait, levures, sucre, pot, couvercle, étiquettes...) mais également la distance entre le lieu d'achat et le domicile du consommateur¹³⁴.

→ aux circuits courts de distribution

Les circuits courts de distribution se caractérisent par la proximité entre producteurs et consommateurs. Comparée à un circuit de distribution classique, la part des transports est de ce fait largement réduite.

▪ Mettre en place une étiquette carbone des produits

Ce système d'étiquetage donne une indication sur l'impact environnemental des matériaux utilisés, du procédé de fabrication, et de la fin de vie des produits.

L'étiquette carbone vient d'être mise en place par la firme alimentaire britannique Tesco. Le ministère de l'Environnement du Royaume-Uni réfléchit à la mise au point d'une méthodologie standard qui pourra être adoptée par les entreprises volontaires¹³⁵. Cette initiative permettra aux consommateurs de connaître les émissions de GES de leurs achats.

▪ Soutenir les structures de vente directe des produits agricoles.

Exemples : Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne (AMAP), Biocabas, système de distribution de paniers hebdomadaires à des points relais.

(cf. chapitre agriculture)

▪ Promouvoir et soutenir en zone urbaine les petites surfaces commerciales, les commerces de proximité et les marchés de plein air¹³⁶.

La localisation relativement éloignée des grandes surfaces commerciales en périphérie des villes est génératrice de transports individuels et contribue aux encombrements des axes routiers périphériques.

Bénéfices attendus Soutien et dynamisation de l'économie locale : commerces, emplois agricoles...
Emissions de carbone fortement réduites

Acteurs ADEME
Collectivités territoriales
Associations de consommateurs

1.3.2. Le transport de marchandises en ville : créer des pôles logistiques urbains

Contexte et problématique Le ravitaillement des commerces et plus généralement le fonctionnement des activités urbaines induisent des flux de transports. Le système actuel de fonctionnement en *flux tendus* (fonctionner avec le moins de stocks possible) augmente encore davantage le nombre de livraisons.

Cette problématique particulière du secteur des transports commence à faire l'objet d'une prise en compte par les collectivités locales, particulièrement depuis l'élaboration des Plans de Déplacements Urbains (PDU). Elle porte désormais le nom de « Transport de Marchandises en Ville » (TMV).

Le Transport de Marchandises en Ville comprend :

- les flux relatifs aux établissements commerciaux, industriels ou tertiaires du secteur privé (approvisionnements en marchandises),
- les déplacements effectués par les particuliers pour s'approvisionner,
- les flux de marchandises occasionnés par les autres activités : transport de déchets, les besoins propres des services publics, les déménagements, les livraisons à domicile, les services postaux, les hôpitaux.

Le TMV nécessite des trajets quotidiens entre les entrepôts en périphérie et les lieux d'approvisionnement en zone urbaine. Il engendre donc des nuisances, pour les riverains notamment (engorgement des centres-villes, nuisances sonores ...), mais aussi de

¹³⁴ Source : Réseau Action Climat France (RAC-F), 2007, *Changement climatique et transports – Manuel de recommandations à l'attention des acteurs territoriaux*, 128p.

¹³⁵ source : *Step forward on reducing climate change impacts from products*, 30/05/07, Department for Environment, Food and Rural Affairs (Ministère britannique du Royaume-Uni) www.defra.gov.uk/news/2007/070530a.htm

¹³⁶ Cf chapitre « urbanisme et vie locale » : action 8 « rendre le commerce de proximité de nouveau concurrent du commerce périphérique »

manière plus large : consommation d'énergie, pollution atmosphérique, problèmes de sécurité routière...

Tout l'enjeu du TMV est donc d'optimiser ces flux et de réduire la part des flux routiers.

Une alternative pour décongestionner les villes : le Tram-cargo¹³⁷

Au mois d'avril 2007, Amsterdam a testé un nouveau système de transport de marchandises en centre-ville : le City Cargo. Il s'agit d'un système de containers sur rail ; chacun de ces trams peut contenir jusqu'à 30 tonnes de marchandises. A partir de « points transfert » aménagés sur le réseau, les containers sont déchargés et acheminés jusqu'aux magasins, supermarchés et restaurants par de petits véhicules propulsés à l'électricité.

Si l'essai s'avère concluant et que ce « tram-fret » est mis en place à Amsterdam, il permettrait de **réduire de 15 à 20% de la pollution de l'air dans la ville**, car bien que n'y représentant qu'1/3 en moyenne du trafic urbain, le transport de marchandises serait responsable de 30 à 40% de sa congestion.

Ce système de tram-cargo a déjà été mis en place :

- à Zurich : pour le transport de déchets encombrants
- à Dresde : pour desservir la manufacture de verre de Volkswagen

Contenu

- **Mieux intégrer la problématique transport de marchandises dans les Plans de Déplacements Urbains (PDU)**

Les transports et livraisons de marchandises en ville ont généralement été introduits dans les Plans de Déplacements Urbains (volet *Marchandises*). Mais selon le programme *Marchandises en Ville*¹³⁹ coordonné par l'ADEME et le Ministère de l'Équipement, ces mesures doivent être approfondies par :

- une réflexion plus globale et plus approfondie sur la logistique au niveau régional ;
- des mesures d'accompagnement des acteurs privés du secteur de marchandises afin que ceux-ci mettent en place des circuits optimisés de distribution en ville ;

Des entreprises de livraisons souhaitant mettre en place des systèmes alternatifs de distribution pourront se voir accompagnées. L'ADEME propose déjà ce service. Plusieurs sociétés publiques ou privées ont d'ores et déjà entrepris des modifications logistiques et/ou techniques, comme en témoignent les exemples ci-après.

Exemple de CHRONOPOST : Espace de Livraison Urbaine (ELU)¹³⁸ : Un relais de l'agence Chronopost a été implanté en centre-ville de Paris en juillet 2005. Il permet la réalisation de tournées de collecte et de livraison en ville à l'aide de véhicules propres à partir de ce point central. (auparavant les trajets pour chacune des livraisons se faisaient jusqu'au centre à partir des entrepôts situés en périphérie.)

Evaluation réalisée en 2006 :

- 400 000 objets ont été distribués en mode propre : 13% de l'activité parisienne de Chronopost
- 300 000 objets collectés.

Bilan :

- environnemental : diminution significative de la pollution atmosphérique et des nuisances sonores.
- social : la baisse des km parcourus entraîne moins de stress et de pénibilité et plus de sécurité pour les livreurs.
- économique : gain de temps et économie d'énergie ; la massification des flux permet un gain de productivité de 20%.

¹³⁷ Source : *Amsterdam teste les livraisons par tram*, article de Isabelle ORY, Ville et Transports magazine n°424, p.12-13.

¹³⁸ www.chronopost.fr/transport-xpress/webdav/site/chronov4/users/chronopost/public/pdf/presse/dp/Livraison_propre_avril07.pdf

¹³⁹ Source : programme national « Marchandises en ville » : réflexions et expérimentations de bonnes pratiques, programme animé par le CERTU et financé par le Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, l'ADEME et EDF <http://www.tmv.transports.equipement.gouv.fr>

Les friches urbaines, des opportunités en région

▪ Transformer des friches urbaines en sites logistiques urbains de proximité

Dans le cadre des opérations de renouvellement urbain dont font l'objet certaines zones urbaines, le plus souvent les friches industrielles sont requalifiées en zones d'habitation et économiques. Quasiment aucune n'est requalifiée en zone logistique.

Or certaines de ces friches s'avèrent intéressantes du point de vue intermodalité. De par leur ancienne activité industrielle, elles se situent souvent en bord de canal ou de voie ferrée, (exemple : la friche Rhodia à Marquette). Leur situation en cœur de ville les rend proches des activités à approvisionner. Transformée en zone logistique urbaine, elle permettrait de minimiser la part du transport routier dans l'approvisionnement des marchandises en ville. Certaines de ces friches présentent donc des avantages certains à être réhabilitées en sites multimodaux.

L'ancienne gare Saint Sauveur, située en plein cœur de Lille, est un exemple type. Ce site est une opportunité pour une organisation innovante du transport de marchandises à Lille et sur la métropole. On peut également citer : le site du port de Lille, et l'ancienne gare à Villeneuve d'Ascq qui serait également un site valorisable en plate-forme logistique¹⁴⁰.

▪ Systématiser les points relais pour la vente par correspondance

Dans la vente par correspondance, les produits sont soit livrés à domicile, soit auprès de « points relais » (commerces de proximité, tabac-presse...) qui collectent les livraisons pour une zone alentour déterminée. Ces points-relais présentent plusieurs avantages :

- ils évitent « le dernier kilomètre » le plus coûteux en temps et en carburant pour les entreprises de livraison ;
- ils sont plus pratiques pour l'acheteur : bien souvent absent en journée aux heures de livraison à domicile, il peut ainsi choisir le moment de réception de sa marchandise ;
- ils procurent des bénéfices en terme d'emplois et de revenus aux petits commerces de proximité servant de points relais ;
- ils présentent des avantages en terme d'émissions de GES : kilomètres évités (qui de surcroît sont le plus souvent effectués en Véhicules Utilitaires Légers, peu performants du point de vue des émissions).

▪ Sensibiliser les industriels à une logistique optimale

A partir de quelques chiffres-clés et exemples ayant prouvé leur efficacité, il s'agit aussi de convaincre les industriels qu'une autre organisation est possible et plus efficace, pour les amener à repenser leur système logistique. Ils seront accompagnés techniquement, voire financièrement dans leur démarche par des organismes tels que l'ADEME.

Exemples des gains réalisés par une organisation logistique différente¹⁴¹

- Si un industriel choisit de livrer ses clients à partir de quatre entrepôts régionaux, et non un seul entrepôt national (situé en région parisienne), il peut **diminuer d'un quart le nombre de camions utilisés**.
- Si ses usines produisaient toute l'intégralité des références (au lieu d'être "spécialisées" et de produire chacune une partie des références), la **distance totale parcourue par les marchandises entre les usines et les entrepôts de l'industriel serait au moins divisée par deux**.

1.3.3. Le traitement des déchets : optimisation des flux et intermodalité

Contexte et problématiques

Le transport de déchets représente aujourd'hui plus de 30% des transports intérieurs de marchandises¹⁴².

Ceci pour plusieurs raisons :

- la quantité de déchets est en constante augmentation en raison de la surconsommation, du gaspillage et du suremballage des produits ;
- les distances parcourues jusqu'aux centres de retraitement des déchets sont de plus en plus longues, car les nouveaux centres sont implantés de plus en plus loin

¹⁴⁰ source : Ronald Charbaut – élu en charge du Plan de Déplacement Urbain de Villeneuve-d'Ascq – journée de présentation de l'Agenda 21 de Villeneuve d'Ascq, le 24/03/07.

¹⁴¹ source : ADEME – étude pilotée par Eurodécision

www.ademe.fr/auto-diaq/transports/rubrique/Dossiers/transport_combine.asp

¹⁴² Source : Réseau Action Climat – France, 2007, « Changement climatique et transports »

des zones urbaines ;

- les schémas logistiques sont de plus en plus complexes et générateurs de transports : les opérations de récupération, recyclage et valorisation des déchets ont pour conséquence la multiplication des trajets entre les différents sites (décharges, unités d'incinération, filière de recyclage, plates-formes de compostage). Cette multiplication des flux s'opère majoritairement par la route (à 97% du volume du trafic¹⁴³). Le transport est devenu de fait un élément essentiel de la gestion des déchets au même titre que leur mode de traitement. Le coût logistique d'une tonne de déchets peut ainsi représenter jusqu'à 50 % de son coût d'élimination global. Les conséquences en terme d'émissions de GES et de qualité de l'air sont donc loin d'être négligeables.

Contenu

- **Réduire les déchets à la source** par la sensibilisation et l'information sur le suremballage et les modes de consommation :

- auprès des consommateurs, sur le modèle de la sensibilisation faite pour le tri des déchets¹⁴⁴ ;
- mais également en amont auprès des industriels.

- **Relocaliser le traitement des déchets**

Mettre en place des stratégies alternatives de recyclage, de valorisation et de stockage de proximité des déchets : tri sélectif poussé et recyclerie, distribution de composteurs, station de compostage urbain, redevance incitative au poids pour la collecte des déchets ultimes...

Exemple¹⁴⁵ : la Fédération Eco-Citoyenne de Vendée (FEVE), s'opposant à un projet d'implantation d'incinérateur, a proposé la mise en place d'initiatives locales innovantes, telles celles citées ci-dessus. Ce plan, finalement mis en place, s'avère être **sept fois moins générateur de transport** que le plan initialement prévu.

- **Favoriser le transfert modal de déchets de la route au rail et de la route au cabotage maritime**¹⁴⁶ par :

- une assistance technico-économique aux entreprises et aux porteurs de projets s'intéressant aux activités de transfert modal des déchets.
- la promotion auprès de la DRIRE de l'introduction de cette mesure dans les Plans Départementaux d'élimination des déchets.
- une communication auprès des acteurs concernés : gestionnaires des centres de tri, de recyclage et de valorisation des déchets, usines susceptibles d'être intéressées par les déchets (papeteries, usines de verre...), ports.
- introduction d'une clause pour les nouveaux centres de tri : implantation à proximité d'embranchements multimodaux.

Le recours au cabotage maritime a ses limites (cf. page 36).

Exemple de transport multimodal de déchets :

Lille Métropole Communauté Urbaine

Le choix du site d'implantation du Centre de Valorisation Organique (CVO) s'est fait en prenant en compte la problématique du transport de la matière. Le site a été implanté en bordure de voie d'eau et permet aujourd'hui l'économie de 12 500 navettes de camions par an¹⁴⁷.

Acteurs

ADEME : assistance technico-économique et communication auprès des acteurs.

DRIRE : introduction d'une clause sur les lieux d'implantation des centres de tri.

Les EPCI : responsables de la collecte et du traitement des déchets.

Les départements : mise en place de Plans départementaux d'élimination des déchets.

¹⁴³ source : ADEME, *Transport de déchets – contexte et enjeux*

www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=13635

¹⁴⁴ campagne de l'ADEME : « Réduisons vite nos déchets, ça déborde ! » www.reduisonsnosdechets.fr/

¹⁴⁵ source : Centre National d'Information Indépendante sur les Déchets (CNIID) in Réseau Action Climat – France, 2007, *Changement climatique et transports*, page 84.

¹⁴⁶ Proposition « fiche transport » du rapport ICE – International Conseil Energie, 2004, *Comment contribuer à l'échelle régionale à la lutte contre le changement climatique ? – Etude programmatique des instruments, méthodes et outils disponibles pour une mobilisation des acteurs régionaux.* (étude commanditée par la Région Nord – Pas de Calais).

¹⁴⁷ Agenda 21 de Lille Métropole Communauté Urbaine, adopté le 10 février 2006.

2. Législation des transports : quelles mesures mettre en œuvre ?

2.1. Les actions sur les véhicules individuels

| | |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Encourager le co-voiturage | Supprimer les obstacles juridiques au co-voiturage : défraiement, assurances... Outre les économies financières pour les « co-voitureurs », la pratique du co-voiturage, à hauteur de 2 personnes, a un potentiel de baisse du trafic de 40% ¹⁴⁸ . |
| Légiférer sur les aspects techniques | <p>Fixer le taux maximal d'émissions de CO₂ des véhicules</p> <p>Aujourd'hui la moyenne des émissions de CO₂ des véhicules est de 186 g/km¹⁴⁹.</p> <p>Le CO₂ n'est pas actuellement un polluant réglementé au niveau européen mais la législation doit évoluer. Les accords volontaristes mais non contraignants avec les constructeurs prévoyaient initialement une limite de 120g/km en 2012. Actuellement, la limite prévue pourrait être de 130 g/km en moyenne et avec des objectifs différenciés pour chaque constructeur¹⁵⁰.</p> <p>A l'horizon 2020, on fixera une norme d'émission maximale par véhicule à 80 g de CO₂ / km. Cette mesure est tout à fait réalisable car c'est actuellement le taux d'émission des voitures les moins émettrices de CO₂. C'est par ailleurs, le taux issu de la réflexion des groupes de travail du Grenelle de l'Environnement¹⁵¹.</p> <p>A l'horizon 2050, on vise un taux d'émission de CO₂ de 60g/km. Cette limite est une nouvelle fois loin d'être utopique puisque c'est le taux actuellement atteint par les meilleurs prototypes¹⁵².</p> <p>Par ailleurs les potentiels de diminution des rejets de CO₂ par véhicule sont considérables si l'on redimensionne les véhicules en fonction de leur usage réel : puissance, taille, poids, bridage des moteurs, climatisation, matériaux utilisés...</p> <p>Sur la capacité des moteurs des véhicules, il serait également souhaitable que l'Etat et/ou l'Union Européenne légifère en fixant une vitesse maximale de capacité des moteurs. Une voiture qui a une puissance maximale de 200 km/h émet en moyenne 156g de CO₂ par km alors qu'un véhicule dont la puissance maximale du moteur est de 170 km/h émet 105g de CO₂/km¹⁵³. Or en 2004, seules 12% des voitures vendues avaient une vitesse maximale inférieure à 160 km/h¹⁵⁴.</p> |

2.2. Limiter et faire respecter les vitesses sur route

| | |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Contenu | <p>Mettre en place une baisse généralisée de la vitesse sur les routes¹⁵⁵</p> <p>Réduire les vitesses maximales autorisées de 10 km/h¹⁵⁶ :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 120 km/h sur les autoroutes, • 100 km/h sur les 4 voies et les voies rapides, • 80 km/h sur les routes nationales et départementales. |
| Argumentaire / acceptabilité sociale | <p>Cette mesure est à mettre en place de manière pédagogique en expliquant les bénéfices attendus et en apportant des arguments pour une meilleure acceptabilité sociale :</p> <p style="text-align: center;">→ comparatif des limitations de vitesse en Europe :</p> <p>La plupart des Etats membres ont fixé comme limite maximale 120 km/h ou moins :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Danemark, Suède : 110 km/h - Royaume-Uni, Irlande : 112 km/h - Belgique, Pays-Bas, Luxembourg, Espagne, Portugal, Grèce, Finlande : 120 km/h |

¹⁴⁸ www.ademe.fr

¹⁴⁹ ADEME, *Consommation de carburants et émissions de CO₂*.

www.ademe.fr/auto-diaq/transports/car_lab/carlabelling/accueil.asp

¹⁵⁰ « L'UE souhaite sanctionner les constructeurs automobiles pour limiter les émissions de CO₂ », le Monde, 19/12/2007

<http://www.lemonde.fr/web/article/0,1-0@2-3214,36-991626,0.html?xtor=RSS-3244>

¹⁵¹ Grenelle de l'Environnement, Document de travail, synthèse des groupes de travail, 16 octobre 2007.

¹⁵² Dr. Axel Friedrich, Umweltbundesamt (UBA), conférence "How to reduce car emissions" – Bruxelles – 14/06/07.

¹⁵³ Op. cité

¹⁵⁴ www.ademe.fr

¹⁵⁵ Mesure préconisée par le Réseau Action Climat – France, *10 mesures prioritaires à intégrer dans les programmes électoraux pour 2007*, août 2006 - www.rac-f.org/article.php3?id_article=1044

¹⁵⁶ mesure également proposée lors du Grenelle de l'environnement, non adoptée à ce jour.

Seules la France, l'Autriche, l'Allemagne et l'Italie se situent à 130 km/h.

→ **économies pour l'utilisateur :**

A 120km/h, une voiture moyenne consomme environ 6 litres de carburant aux 100 km ; à 130 km/h, elle en consomme 7,2 litres aux 100.

Bénéfices attendus Abaisser les limitations de vitesse de 10km/h sur les autoroutes, voies rapides et routes, représenterait une **économie de 1,25 million de tonnes de carburants** et éviterait le rejet de **4 millions de tonnes de CO₂ par an**, soit l'équivalent de 3% des émissions actuelles du secteur des transports. C'est l'une des mesures les plus immédiatement efficaces en terme de CO₂ évité¹⁵⁷.

2.3. Adapter la fiscalité liée aux transports

| | |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Taxe carbone | Mettre en place une taxe par unité de pollution émise : la tonne carbone. Ces recettes se verront affectées au développement des infrastructures des modes de transport les moins polluants : fluvial, ferroviaire et modes doux. |
| Revoir les abattements fiscaux | Supprimer le système de remboursement des frais réels proportionnels à la puissance du moteur et donc aux émissions de CO ₂ , par un mécanisme à taux fixe aligné sur le prix de revient kilométrique d'un véhicule de petite cylindrée. Supprimer la déduction fiscale des frais kilométriques pour des relations domicile-travail lorsqu'une alternative efficace en transport collectif existe. |
| Etablir une fiscalité pour l'aérien | Etablir la TIPP sur le carburant des avions , car l'absence de taxe sur ce type de transport n'est de loin pas justifiée. Taxer fortement les vols intérieurs lorsque des alternatives efficaces TGV existent (exemple en Suède). |

3. Responsabiliser les citoyens et les acteurs économiques et institutionnels

| | |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sensibiliser les usagers | L'exemple d'une personne habitant Dunkerque et travaillant à Lille ¹⁵⁸ Communiquer sur les gains économiques et les gains de temps potentiels à se déplacer en transport en commun sur certains trajets. Exemple : un trajet quotidien domicile-travail Lille – Dunkerque. Distance : 70 km, soit 140 km aller-retour par jour pour un total annuel d'environ 30 800 km. |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

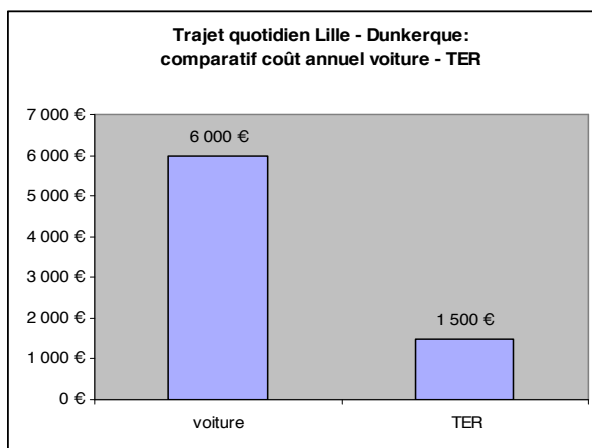
Tableau 3 : comparaison aller retour Lille-Dunkerque

| | VOITURE (voiture moyenne 5 CV) | TER-GV | COMPARATIF |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Temps de parcours | 2 heures minimum dans le cas d'une circulation fluide sur l'A25 | 1 heure | TER : moitié moins de temps |
| Frais | - frais d'essence : 17 euros aller-retour, soit 3 500 euros sur l'année - frais annexes : frais d'amortissement, réparations, garage, taxes, décote issue de l'usure de la voiture. Charges estimées à environ 2500 euros par an. → totalité des frais sur une année : 6000 € | abonnement de travail TER-GV : 142,90 euros par mois soit environ 1 500 € pour l'année. | TER : 4 fois moins coûteux |
| Coût au km | 20 centimes d'euro | 5 centimes d'euro | |

¹⁵⁷ source : Ademe in RAC-F 10 mesures prioritaires à intégrer dans les programmes électoraux en 2007, août 2006.

¹⁵⁸ Etude IPSOS « Comparaison des coûts : l'exemple de Lille - Dunkerque » in Droit de regard – Journal économique et social du Comité d'Etablissement régional SNCF Nord – Pas de Calais – avril 2007, page 4.

Figure 3 : Comparaison des coûts de transport : TER Vs véhicule individuel sur un trajet quotidien



Réalisation : Virage-énergie NPdC, 2007, d'après étude IPSOS pour CER SNCF Nord - Pas de Calais

Conduire autrement

Développer le potentiel de l'autopartage¹⁵⁹

Développer la filière autopartage et communiquer auprès du grand public sur les avantages que le système présente : facilité d'utilisation, faible coût par rapport à l'utilisation occasionnelle de sa propre voiture...

Public ciblé :

- les acquéreurs potentiels de voiture,
- les acheteurs potentiels d'un deuxième véhicule pour leur foyer,
- voire même des propriétaires de voitures qui, séduits par ce système, opteraient pour cette alternative.

Sensibiliser à l'éco-conduite

L'éco-conduite est une méthode de conduite fluide et sans à-coups, à vitesse modérée, avec une climatisation réduite et un entretien régulier du véhicule. Une conduite brusque, rapide et avec à-coups se traduit par une sur-consommation de carburant pouvant aller jusqu'à +40% ; a contrario, une conduite souple et fluide se traduit par un gain de l'ordre de 10% à 15%¹⁶⁰.

En plus d'abaisser la consommation en carburant, ce comportement permet de réduire les gaz à effet de serre émis et le nombre d'accidents. D'où l'importance de sensibiliser les conducteurs actuels, mais également les futurs conducteurs dès l'apprentissage par la formation des moniteurs d'auto-écoles.

Sensibiliser les professionnels

Engager la responsabilité des entreprises de transport de marchandises

Faire signer, sur la base du volontariat, une charte d'engagement des entreprises de transporteurs routiers pour la réduction des émissions des émissions de CO₂ de leurs véhicules, sur le modèle de la charte engagée par le PREDIT (Programme national de recherche et d'innovation dans les transports terrestres)¹⁶¹

Rendre obligatoire les Plans de Déplacement Entreprises (PDE) pour tout établissement de plus de 10 salariés ou générant de par son activité des déplacements (visiteurs, clients, marchandises).

Développer l'exemplarité publique

Rendre obligatoire les Plans Déplacement Etablissement (PDE) à chaque échelle de collectivités : mairies, EPCI, départements, régions...

Utiliser le levier des marchés publics : dans les appels d'offres, les collectivités privilégieront les entreprises qui ont réalisé leur bilan carbone et choisiront celles qui ont le bilan le plus efficace.

Education

Diffuser le concept de vitesse généralisée (pour plus de détails cf. annexe 3) pour relativiser le concept de vitesse automobile et lui donner une dimension socio-économique.

¹⁵⁹ Cf chapitre « Quelle ville pour quelle mobilité ? » et chapitre « Cadrage et résultats globaux »

¹⁶⁰ *Agir sur les niveaux d'émissions des véhicules en circulation*, Changement climatique et transports, Réseau Action Climat France, 2007, page 37.

¹⁶¹ Dossier de presse « Transport routier et développement durable – Signatures des premières chartes d'engagements volontaires de réduction des émissions de CO₂ », 19/03/07, Ministère des Transports et ADEME.

ANNEXE 3 - La vitesse généralisée

Le concept de *vitesse généralisée* a été défini par Ivan Illich dans son ouvrage « Energie et Equité » de 1975. Jean-Pierre Dupuy y explique en annexe le concept de la manière suivante :

« On estime toutes les dépenses annuelles liées à la possession et à l'usage d'une automobile :

- amortissement des frais d'acquisition du permis de conduire,
- amortissement des frais d'achat de la voiture,
- frais fixes payables annuellement : vignette, assurance, garage
- dépenses courantes d'utilisation : carburant, huile, pneus, graissages - vidanges, révisions périodiques, réparations normales ou dues à des accidents, frais de stationnement et péages, amendes, achats d'accessoires divers.

Ces dépenses sont converties en temps, en les divisant par le revenu horaire : ce temps est donc le temps qu'il faut passer à travailler pour obtenir les ressources nécessaires à l'acquisition et à l'utilisation de sa voiture. On l'additionne au temps passé effectivement à se déplacer. Ce dernier est estimé à partir du kilométrage annuel moyen, de la répartition de celui-ci en types de déplacements – trajets domicile-travail, déplacements professionnels, vacances, déplacements privés, loisirs – du croisement de cette répartition avec une répartition selon des types de vitesses – vitesse sur route, vitesse urbaine aux heures de pointe et aux heures creuses selon le type d'agglomération – et enfin d'une estimation de ces vitesses.

On ajoute enfin pour mémoire les autres temps liés à l'utilisation de la voiture : temps passé personnellement à l'entretien, temps perdu dans les bouchons, temps passé à l'achat d'essence et d'accessoires divers, temps passé à l'hôpital, temps perdu dans les incidents, etc. le temps global ainsi obtenu, mis en rapport avec le kilométrage annuel, permet d'obtenir la vitesse généralisée cherchée. »

Les résultats montrent que :

- que la vitesse généralisée de l'automobile est en général inférieure à celle de la bicyclette ; plus un engin permet d'atteindre une vitesse effective de déplacement élevée, plus sa vitesse généralisée est faible ;
- le temps social que nous prend l'automobile est de l'ordre de trois à plus de quatre heures par jour.

Remarque : le calcul suppose la substituabilité entre temps de déplacement et temps de travail. Bien entendu, à court terme, cette condition n'est pas remplie.

Exemple : lorsque je parcours 100 kilomètres en 1 heure avec mon automobile, ma vitesse mécanique est de $100/1 = 100$ km/h. Mais mon véhicule me coûte (en tout) 0,4€/km et mon revenu horaire est de 10€/h. Mon déplacement de 100 km me coûte 40 € et je dois donc travailler 4 heures pour gagner l'argent correspondant. Finalement, je mets 5h (une sur la route et 4 au travail) pour faire ces 100km. Ma vitesse généralisée est donc de $100/5 = 20$ km/h.

C'est à dire que, à vitesses mécaniques égales, on peut avoir des vitesses généralisées très différentes, suivant le revenu horaire et le moyen de déplacement utilisé. On voit là la richesse du concept de vitesse généralisée : il intègre la mécanique, l'économie et la sociologie et constitue une grille de lecture du réel plus fine que la simple mécanique. On est loin des marchands d'automobiles qui utilisent la vitesse mécanique (explicitement ou implicitement) pour vendre leur marchandise et en plus, il ne s'agit pas alors de vitesse moyenne mais bien de vitesse de pointe. Mais ici, dans de nombreux cas, nous ne sommes plus, alors, dans le domaine des transports mais dans celui de l'achat d'une image qui valorise son possesseur (au moins à ses propres yeux).

Pour aller plus loin : Alain Vaillant a démontré en 2001¹⁶² que, à prix de revient kilométrique constant, un individu a une vitesse généralisée maximum qui est le rapport de son revenu horaire sur le coût au kilomètre de son mode de déplacement. Ce résultat est assez curieux car la notion de mécanique disparaît complètement !

En 2008, Alain Vaillant a démontré que si le prix de revient est une fonction linéaire croissante (même très légèrement), alors la vitesse généralisée, qui croît d'abord avec la vitesse mécanique, passe par un maximum (inférieur au maximum précédent) puis décroît vers zéro¹⁶³.

¹⁶² Dans le bulletin n°102 de la Fédération Nord Nature : <http://nord-nature.org/publications/bulletin/102/102b1.htm>

¹⁶³ Dans le bulletin n°130 de la Fédération Nord Nature : <http://www.nord-nature.org/publications/bulletin/130/130b1.htm>

ANNEXE 4 - Bibliographie

▪ RAPPORTS

Assemblée Nationale, Commission de la production et des échanges, 2000, Rapport d'information n°2533 sur les transports en France et en Europe, 370 p.

Agence Française de Sécurité Sanitaire et Environnementale – AFSSE, 2004, *Impacts sanitaires du bruit – Etat des lieux, indicateurs bruit-santé*, 346 p.

BOITEUX M., 2001, *Transports : choix des investissements et coûts des nuisances*, Commissariat Général du Plan, 325 p.

Caisse des Dépôts et Consignations – Mission Climat, 2005, *Elargir les instruments d'action contre le changement climatique grâce aux projets domestiques – Rapport d'évaluation*.

Centre d'Analyse Stratégique – Commission Energie, avril 2007, *Perspectives énergétiques de la France à l'horizon 2020 -2050, rapport d'orientation*.

Commission Européenne, 2001, *Livre Blanc – La politique européenne des transports à l'horizon 2010 : l'heure des choix*.

Conseil Régional Nord – Pas de Calais, 2006, *Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire – Projet soumis aux consultations et avis*

Conseil Régional Nord – Pas de Calais, 2006, *Schéma Régional des Transports – projet soumis aux consultations et avis*

DRON D., COHEN DE LARA M., 2000 – Cellule de prospective et stratégie, *Pour une politique soutenable des transports*, Rapport au Ministère de l'Environnement, nouvelle édition actualisée février 2000, la Documentation française, Paris, 413p.

Environnement Développement Alternatif – EDA, 2006, *Avis et propositions concernant le projet du Conseil Régional soumis à consultation*.

HERAN F., 1999, *Recherche documentaire sur la monétarisation de certains effets externes des transports en milieu urbain : effets de coupure, effets sur l'affectation des espaces publics, effets sur les paysages* – article de synthèse, IFRESI-CNRS, Lille, 12 p.

HOUSSIN L., 2005, *La réglementation sociale du transport routier, Enjeu socio-économique majeur de l'intégration européenne*, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées / Mastère Spécialisé Fret et Intermodalité, 8 p.

HOUSSIN L., 2006, *Le transfert du pôle européen de DHL de Bruxelles vers Leipzig*, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées / Mastère Spécialisé Fret et Intermodalité, 55 p.

International Conseil Energie – ICE, 2004, *Comment contribuer à l'échelle régionale à la lutte contre le changement climatique ? – Etude programmatique des instruments, méthodes et outils disponibles pour une mobilisation des acteurs régionaux*. (étude commanditée par la Région Nord – Pas de Calais).

Institut Français de l'Environnement – IFEN, 2004, *L'environnement en Nord – Pas-de-Calais*, Orléans, 245 p. (Les cahiers régionaux de l'environnement)

INFRAS / IWW, 2004, *Les coûts externes des transports* – Etude d'actualisation, Document de synthèse, Zurich / Karlsruhe, 18p.

INSEE Nord – Pas de Calais, 2007, *La vocation Transport - Logistique du Nord-Pas-de-Calais : entre image et réalité*, Les dossiers de Profils n°85, juillet 2007, 67p.

KÜNZLI N. et al., 1999, *Health costs due to road traffic-related air pollution. An impact assessment project of Austria, France and Switzerland*

KÜNZLI N., SOMMER H., et al., 2000, *Economic evaluation of health impacts due to road traffic-related air pollution. An impact assessment project of Austria, France and Switzerland*

LEPELTIER S., 2001, *Les nuisances environnementales de l'automobile*, rapport d'information fait au nom de la délégation du Sénat pour la planification, 216 p.

LEPELTIER S., 2004, *Plan Climat 2004*, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD), 88 p.

Lille Métropole Communauté Urbaine, 2006, *Enquête sur les déplacements des habitants de Lille Métropole* (Commission Aménagement et cadre de vie).

Lille Métropole Communauté Urbaine, 2006, *Agenda 21 de Lille Métropole Communauté Urbaine*, adopté par le Conseil de Communauté de Lille Métropole le 10 février 2006, 62p.

MATHIEU G., 2002, *La réduction harmonisée du temps de travail dans le transport routier de marchandises*, Centre de droit maritime et des transports (CDMT) – Faculté de droit d'Aix-en-Provence, 88 p.

Ministère de la santé et de la protection sociale, Ministère de l'écologie et du développement durable, Ministère de l'emploi, du travail et de la cohésion sociale, Ministère délégué à la recherche, 2004, *Plan National Santé Environnement 2004 - 2008*, 92p.

Ministère de l'écologie et du développement durable, 2006, *Mobilité, transport et environnement – Rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement – La documentation française*, 405 p.

Ministère des Transports de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, 2005, *Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, 25 Mars 2004, mise à jour le 27 mai 2005*, 58 p.

PREDIT, Région NPDC, 2006, *Transport de marchandises – Inventons ensemble l'avenir !*, consultation-forum, 4 octobre 2006, Lille.

Réseau Action Climat France (RAC-F), 2007, *Changement climatique et transports – Manuel de recommandations à l'attention des acteurs territoriaux*, 128 p.

Région Nord – Pas de Calais, 2006, *Contrat de Projets Etat – Région 2007-2013*.

▪ SITES INTERNET

ADEME : section transport : www.ademe.fr

Caisse des Dépôts et Consignations (CDC) : www.caissedesdepots.fr

Cellule Economique Régionale des Transports (CERT) : www.nordpasdecals.fr/sit/intro.htm

Centre d'Etude Technique Nord – Picardie (CETE) : www.cete-nord-picardie.equipement.gouv.fr/

Cellule Economique Régionale des Transports (CERT) : www.nordpasdecals.fr/sit/2001/intro.htm

Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique (CITEPA):www.citepa.org

Direction Régionale de l'Environnement (DIREN): www.nord-pas-de-calais.ecologie.gouv.fr

European Federation for Transport and Environment (T&E) : www.transportenvironment.org

Fédération Nationale des Usagers des Transports (FNAUT) : www.fnaut.asso.fr

France Nature Environnement (FNE) : www.fne.asso.fr

Groupement des Autorités Responsables des Transports (GART) : www.gart.org

Institut Français de l'Environnement (IFEN) : www.ifen.fr

Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques : www.insee.fr

Ministère de l'Ecologie, de l'Aménagement et du Développement Durables (MEDAD) - section Transports : www.transports.equipement.gouv.fr

Mission Interministérielle de l'Effet de Serre (MIES) : www.effet-de-serre.gouv.fr

Nord – Nature : www.nord-nature.org

Région Nord – Pas de Calais : www.nordpasdecals.fr

Réseau Action Climat France : www.rac-f.org

Réseau Ferré de France : www.rff.fr

Transport de Marchandises en Ville : www.tmv.transports.equipement.gouv.fr

Union des Transports Publics et ferroviaires (UTP) : www.utp.fr

Union Internationale des Chemins de Fer (UIC) : www.uic.asso.fr

Voies Navigables de France (VNF) : www.vnf.fr

▪ PRESSE

La Voix du Nord : *Canal Seine – Nord : l'enquête publique démarre*, par Dominique Serra, édition du 16.01.07

Le Monde :

- *Les syndicats français plaident pour un cadre social dans le transport routier en Europe*, par Dominique Buffier, édition du 20.09.06

- *Le gouvernement doit récrire un décret sur les horaires des routiers*, par Dominique Buffier, édition du 20.10.06

Ouest – France : *Décriés, les poids lourds toujours plus nombreux*, par Marc Mahuzier, édition du 27/07/07

▪ PERIODIQUES

Ville et transports magazine : *Amsterdam teste les livraisons par le tram*, par Isabelle ORY, édition du 09.05.07

Le Monde Dossiers et Documents : Dossier transports « se déplacer demain », n°365, juin 2007.

La Revue Durable :

- Dossier « Sur la piste d'une mobilité différente », La Revue Durable n°18, décembre 2005-janvier 2006, p. 13 à 57

- *L'avion est le moyen de transport le plus polluant*, Dossier « Quel tourisme pour une planète fragile ? », La Revue Durable n°11, juin-juillet-août 2004, p.22-27.

▪ CONFERENCES ET SEMINAIRES

Transport and climate change : conférence organisée par les Verts / ALE, Parlement Européen, Bruxelles, le 14 juin 2007 :

- **Climate change : the impacts of transport**, Dr. Wiebke Zimmer, Öko-Institut, Berlin, Allemagne

- **Road & rail: role model Switzerland**, Pierre-André Meyrat, Swiss Federal Administration for transport BAV, Suisse

- **Water transport: alarming emission growth**, Silvia Maffii, Trasporti e Territorio Consultancy, Italie
- **Feasibility of low carbon cars**, Dr. Axel Friedrich, German Environment Administration (UBA), Allemagne
- **Aviation : is taxation the only way out?**, Jeff Gazzard, Aviation Environment Federation, UK
- **The inclusion of aviation in the EU ETS, a perspective from the aviation sector**, Sylviane Lust, International Air Carrier Association (IACA)
- **Urban transport Green Paper**, M. Rommerts & E. Kopanezou, European Commission, DG Energy and Transport

Quelle place pour les modes de transport alternatifs au transport routier ? : conférence - débat du 11 décembre 2006, par Ludovic Houssin.

Atelier de réflexion Transports : développer des moyens alternatifs à la voiture – Forum citoyen développement durable à Villeneuve d’Ascq, le 24 mars 2007.

Atelier de réflexion « Transports / déplacements » dans le cadre du Texte d’expression coordonnée des associations de la MRES, 24 avril 2007 et 23 mai 2007.

Quels transports en région Nord – Pas de Calais ? : séminaire d’échanges et de débats organisé par Virage-énergie, Espace Flandre, Lille, le 15 septembre 2007.

▪ AUTRES RESSOURCES

Le Dessous des Cartes « Vers des transports durables », ARTE, émission du mercredi 18 avril 2007 : <http://www.arte.tv/fr/histoire-societe/le-dessous-des-cartes/396.html>

ANNEXE 5 – Sigles et acronymes

| | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| ADEME : | Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie |
| AFSSET : | Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail |
| APPA : | Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique |
| CA : | Conseil d'Administration |
| CAS : | Centre d'Analyse Stratégique |
| CER SNCF : | Comité d'Etablissement Régional - SNCF |
| CERT : | Cellule Economique Régionale des Transports |
| CERTU : | Centre d'Etude et de Recherche sur les Transports Urbains |
| CETE : | Centre d'Etude Technique |
| CG : | Conseil Général |
| CGP : | Commissariat Général du Plan |
| CITEPA : | Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique |
| CNRS : | Centre National de la Recherche Scientifique |
| CO ₂ : | Dioxyde de carbone |
| CPER : | Contrat de Projet Etat – Région |
| CR : | Conseil Régional |
| DDE : | Direction Départementale de l'Equipement |
| DRE : | Direction Régionale de l'Equipement |
| DIREN : | Direction Régionale de l'Environnement |
| EPCI : | Etablissement Public de Coopération Intercommunale |
| FNAUT : | Fédération National des Usagers des Transports |
| FRAMEE : | Fonds Régional d'Aide à la Maîtrise de l'Energie et de l'Environnement |
| FNE : | France Nature Environnement |
| FSE : | Fonds Structurels Européens |
| GART : | Groupement des Autorités Responsables des Transports publics |
| GES : | Gaz à Effet de Serre |
| GIEC : | Groupement Intergouvernemental pour l'Etude du Climat |
| IFEN : | Institut Français de l'Environnement |
| IFRESI : | Institut Fédératif de Recherche sur les Economies et les Sociétés Industriels |
| INRETS : | Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité |
| INSEE : | Institut National des Statistiques et des Etudes Economiques |
| LMCU : | Lille Métropole Communauté Urbaine |
| MEDAD : | Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables |
| MIES : | Mission Interministérielle sur l'Effet de Serre |
| MRES : | Maison Régionale de l'Environnement et des Solidarités |
| NPDC : | Nord – Pas de Calais |
| PDU : | Plan de Déplacements Urbains |
| PL : | Poids Lourds |
| PNLCC : | Plan National de Lutte contre le Changement Climatique |
| PREDIT : | Programme de Recherche et d'Innovation dans les Transports terrestres |
| RAC-F : | Réseau Action Climat – France |
| SNCF : | Société Nationale des Chemins de Fer |
| SRADT : | Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire |
| SRT : | Schéma Régional des Transports |
| SRU : | Loi Solidarité Renouvellement Urbain |
| TER : | Train Express Régional |
| TERGV : | Train Express Régional à Grande Vitesse |
| UIC : | Union Nationale des Chemins de fer |
| UTP : | Union des Transports Publics et ferroviaires |
| VL : | Véhicules Légers (regroupe VP et VUL) |
| VNF : | Voies Navigables de France |
| VP : | Véhicule Personnel |
| VUL : | Véhicule Utilitaire Léger |
| 2R : | Deux roues |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Construire la ville dense dès maintenant et mettre fin à l'étalement urbain à l'horizon 2020 | 3 |
| L'impasse énergétique de la ville construite depuis l'après-guerre..... | 3 |
| L'intérêt de la ville compacte : économe, sobre, conviviale... et viable | 4 |
| Une nouvelle culture à créer..... | 5 |
| S'inspirer des expérimentations innovantes déjà menées sur la ville compacte..... | 6 |
| Propositions d'actions..... | 8 |
| 1. Médiatiser les nouveaux modes de vie urbaine à créer, leurs enjeux et leurs avantages | 8 |
| 2. Mettre en place des prêts et aides spécifiques pour financer le surinvestissement « climat » | 8 |
| 3. Abandonner tout projet de voie routière nouvelle, exceptés les aménagements propices au report modal..... | 9 |
| 4. Orienter les investissements routiers vers des requalifications (auto)routières favorisant les transports collectifs et le vélo..... | 9 |
| 5. Conditionner les extensions urbaines à une desserte performante par les modes alternatifs à la voiture et au camion | 10 |
| 6. Mettre en place le suffrage universel direct pour les intercommunalités, couplé à une fiscalité locale plus redistributrice..... | 10 |
| 7. Inventer des formes d'habitat attractives et alternatives à la construction pavillonnaire | 11 |
| 8. Densifier le périurbain aujourd'hui très étalé et les centres urbains : quels leviers possibles ? | 11 |
| 9. Créer des planchers de densité | 12 |
| 10. Articuler harmonieusement et judicieusement densification et création d'espaces de nature en ville..... | 12 |
| 11. Recouvrir le maximum de surfaces de toits et de parcs de stationnement de panneaux solaires | 13 |
| 12. Maîtriser les besoins en nouveaux logements par une politique sociale innovante et une fiscalité adaptée..... | 13 |
| 13. Rendre le commerce de proximité de nouveau concurrent du commerce périphérique..... | 15 |
| 14. Garantir une localisation de proximité des services publics..... | 19 |
| 15. Consolider les activités rurales..... | 19 |
| 16. Imposer la mixité des fonctions dans les programmes d'aménagement | 19 |
| Rendre les déplacements piétons et cyclistes et les transports en commun réellement plus performants que l'automobile | 21 |
| Un système urbain qui crée une hyper dépendance à l'automobile | 21 |
| Les freins au développement des autres modes de déplacement..... | 22 |
| Propositions d'actions..... | 23 |
| 1. Mener des campagnes de communication | 23 |
| 2. Rendre performants les modes alternatifs à la voiture, mettre fin à la dépendance automobile..... | 24 |
| 3. Organiser un réseau cohérent et efficace de transports en commun..... | 25 |
| 4. Développer un réseau cyclable et piéton sécurisé et convivial | 26 |
| 5. Etablir un nouveau code de la route, suivant l'exemple belge du code de la rue | 27 |
| 6. Développer une filière économique vélo | 28 |
| 7. Organiser l'usage complémentaire et occasionnel de la voiture | 28 |
| 8. Encourager les pratiques multimodales auprès des salariés des entreprises | 29 |
| 9. Faciliter l'accessibilité à pied, à vélo et en transports en commun pour les écoliers | 29 |
| 10. Localiser les activités, les logements, les services générateurs de déplacements en fonction des transports en commun..... | 30 |
| ANNEXES | 32 |
| Annexe 1 - Démocratie participative : libérer la citoyenneté !..... | 32 |
| Annexe 2 - Aménager des espaces et offrir des services publics moins énergivores | 33 |
| Construire des infrastructures et des aménagements d'espace public plus pérennes et moins énergivores..... | 33 |
| Imposer des objectifs d'efficacité énergétique aux délégataires de services publics | 33 |

Préambule : objet du présent chapitre

Ce chapitre, dédié aux questions d'urbanisme et de mobilité urbaine, est destiné à détailler les volets « Habitat-tertiaire » et « Transport » du scénario chiffré Virage-énergie. Le contenu ici est essentiellement qualitatif : les évolutions des consommations d'énergie des véhicules et des bâtiments projetées pour la région sont présentées en début du rapport au sein du chapitre « Cadrage et résultats globaux ».

Pour rappel, le cadrage du scénario Virage-énergie sur les transports et l'habitat-tertiaire se base tout d'abord sur l'observation de l'existant en termes de densités urbaines et de trajets dans le Nord-Pas de Calais. Le cadrage permet alors d'imaginer une région qui tiendra compte des exigences du scénario Virage-énergie. L'exercice de modélisation sur ce volet s'appuie particulièrement sur deux articles de l'IAURIF et de l'INSEE : « La consommation énergétique des transports franciliens », Note rapide sur les transports N°400, Novembre 2005, IAURIF Paris ; Flipo A., Vaillant E., Nord Pas de Calais, « l'émergence d'un polygone central aux relations intenses », Profils n°10, Février 2004¹.

Les propositions sur la mobilité concernent ici essentiellement les déplacements qui se réalisent à l'échelle d'une agglomération, d'une ville, d'un village. Les propositions sur la mobilité dite « interurbaine » (qui concernent les trajets entre les villes de la région) sont davantage traitées dans le chapitre « Transports ».

Enfin, la question de la ruralité n'est ici, malheureusement, que trop faiblement traitée. Ce thème pourra faire l'objet d'études et de propositions plus approfondies lors des suites éventuelles données à ce travail.

¹ Cf. Chapitre « Cadrage et résultats globaux »

Construire la ville dense dès maintenant et mettre fin à l'étalement urbain à l'horizon 2020

CONTEXTE

L'impasse énergétique de la ville construite depuis l'après-guerre

Une croissance urbaine continue ...

La croissance urbaine a démarré avec le développement industriel du 19^{ème} siècle puis s'est accélérée lors de la période dite des « Trente glorieuses ». Elle trouve son origine dans l'exode rural provoqué à la fois par la mécanisation des campagnes et le besoin de main d'œuvre en ville. Cette croissance des villes a pris, au cours de cette période d'un siècle et demi, différentes formes plus ou moins denses. La ville a crû et s'est donc continuellement étalée, mais le « degré d'étalement » a augmenté au fur et à mesure, pour s'accélérer radicalement depuis l'après-guerre.

Cette croissance sous diverses formes a duré un siècle et demi et l'étalement urbain s'est accéléré radicalement depuis l'après guerre.

... mais des formes urbaines qui évoluent et une dépense d'énergie qui suit ...

L'après-guerre voit pendant deux décennies, comme partout en France, l'apparition des grands ensembles. Dans le même temps, les autoroutes, les rocades et les échangeurs routiers fleurissent en périphérie. Viennent s'y greffer les premières zones d'activités économiques et commerciales. La ville commence alors à s'étaler et à se différencier en « zones » : économiques, résidentielles, administratives ...

L'arrêt brutal des programmes des grands ensembles au début des années 1970 incite les entreprises de bâtiments et travaux publics (BTP), avec l'aide de l'Etat, à investir un nouveau marché : celui de la maison individuelle pavillonnaire². D'abord mitoyen, le pavillon s'installe sur des parcelles de plus en plus grandes. La ville s'étale encore, grignotant continuellement de l'espace agricole et mobilisant des investissements publics d'infrastructures croissants. Elle rend aussi les habitants de plus en plus dépendants de l'automobile. L'économie accroît elle aussi sa dépendance vis-à-vis de l'automobile et des camions.

La ville étalée, surconsommatrice d'énergie

En éloignant les lieux d'habitations des lieux de travail ou de loisirs³, les politiques d'aménagement ont allongé les déplacements quotidiens. C'est aussi l'étalement des activités qui est source de recours à l'automobile. Bien avant l'étalement du pavillonnaire, le concept de zone qui mettait d'un côté le logement et de l'autre les zones industrielles était synonyme de recours à l'automobile.

Cette ville étalée est une source importante de surconsommation d'énergie et d'émission de gaz à effet de serre⁴ :

- les déplacements automobiles sont favorisés et rallongés, idem pour les transports en camion,
- les maisons nécessitent plus de chauffage du fait de la perte de mitoyenneté (les bâtiments mitoyens ont l'avantage de disposer d'une part importante des surfaces d'enveloppe contiguës à des espaces chauffés),
- le recours à des équipements publics coûteux et énergivores pour gérer les flux, toujours plus longs et plus lourds, devient nécessaire au bon fonctionnement de la ville : routes, eau (potable, assainissement, vannes et pluviométriques), électricité, gaz, services postaux, collecte des déchets, etc.

² Tous les quartiers de grands ensembles de la région témoignent de la juxtaposition de pavillonnaire et d'immeubles de logements collectifs. Le pavillon est un concept antérieur qui nous vient de la région parisienne où on construisait à proximité des gares des pavillons isolés sur leur parcelle avec un toit 4 pentes. Dans la région, cette période pavillonnaire type « loi loucheur » a pris une tournure différente par des opérations de lotissement en bande à l'image du parcellaire en lanière issu de l'époque napoléonienne.

³ Cstells M, Godart F, 1974, *Monopolville*,

⁴ Forme urbaine et consommation d'énergie sont étroitement liées. Une comparaison de villes dites « développées » le montre. Les villes étalées des Etats-Unis consomment 4 fois plus d'énergie en transport que les villes européennes, 6 fois plus que les villes asiatiques (source : Newman et Kenworthy (1989) *Cities and automobile dependence. An international source book*, Gower technical, Sydney).

Elle impose un mode de vie non viable S'ajoutent d'autres effets pervers : allongement du temps passé dans les déplacements, stress, accidents, pollution de l'air et des cours d'eau, diminution de la surface agricole disponible et des autres espaces naturels⁵.

La ville étalée est par la force des choses dépendante des énergies fossiles et fissiles. Du fait de la raréfaction inéluctable de ces ressources, le mode de vie associé (et nécessaire à son bon fonctionnement) n'est pas physiquement en capacité de durer. Ses effets sociaux et environnementaux de plus en plus lourds font disparaître tout un pan de la société rurale (exode rural, démantèlement des petites communes avant la périurbanisation). La ville étalée signifie aussi la disparition d'une partie de l'économie locale moins vorace en énergie (petit commerce, commerce « urbain », services et loisirs de proximité ...).

Étalement, développement de l'automobile, diminution de la mixité urbaine, recherche de plus d'espaces ... le toujours plus est de mise, avec une contribution croissante à l'effet de serre. Tous ces phénomènes trouvent leurs racines dans des politiques d'aménagement du territoire, notamment celles menées au cours des vingt dernières années⁶.

Une politique volontariste d'urbanisme peut inverser cette tendance.

L'intérêt de la ville compacte : économe, sobre, conviviale... et viable

Maisons de ville et petits collectifs La ville économe en énergie et en carbone est une ville dense et compacte. L'habitat et le tertiaire se composent essentiellement de bâtiments collectifs à taille humaine et de maisons individuelles mitoyennes. Cette ville compacte permet de consommer moins d'énergie tout en chauffant moins les bâtiments à une température agréable⁷.

Mixte Les différentes fonctions urbaines sont mélangées, ce qui réduit d'autant les distances entre elles. Cette proximité rend plus compétitifs les modes non motorisés et plus accessibles les stations de transports collectifs. Davantage de personnes résidant à proximité des offres de transports en commun signifie aussi plus d'usagers. Les investissements dans les transports collectifs s'en trouvent plus vite amortis. Avec une rue partagée de façon plus équitable, les transports en commun et les modes doux concurrencent l'automobile. La congestion urbaine rend l'automobile moins intéressante et incite donc le citoyen à opter pour les autres modes moins polluants⁸.

Multimodale Historiquement, les villes ont été successivement piétonnes, puis équipées de transports en commun et ont enfin donné la part belle à l'automobile. La ville à promouvoir aujourd'hui et demain est bien la ville multiple : transports collectifs, marche, vélos et voitures partagées (covoiturage et autopartage).

Un effet démontré par des études en Europe du Nord Les politiques de planification urbaine et de transports exercent un levier significatif sur la capacité d'une ville à être plus ou moins énergivore pour le chauffage et les transports. Une ville compacte (dans des conditions bien sûr acceptables) permet le développement de réseaux de chaleur performants et rend les transports collectifs attractifs. Ceci a pu être mesuré sur une longue période prospective au sein des collectivités d'Europe du Nord⁹. Selon les politiques suivies, les consommations d'énergie des villes alors étudiées, estimées sur les cinquante ans à venir, varient d'un rapport de 1 à 2. Le ratio est encore plus grand si on compare les résultats à une ville étalée à l'extrême comme Los Angeles.

⁵ L'évolution des surfaces agricoles et naturelles (en l'occurrence décroissante) ces cinquante dernières années en région traduit le phénomène de l'étalement urbain et d'imperméabilisation des sols : pour les chiffres, se reporter au chapitre « Energies renouvelables ».

⁶ European environment Agency, 2006, *Urban sprawl in Europe– The ignored challenge*, 60 pages

⁷ Un bâtiment du mouvement moderne intégré au tissu urbain ancien parisien comme la maison de verre de Pierre Charreau (construite en 1931) obtient, malgré ses deux façades de verre, un coefficient de déperdition thermique comparable à celui d'une maison individuelle qui répondrait aux normes d'isolation d'avant 1985 : seul un tiers de l'enveloppe totale est en contact avec l'extérieur, qui profite par ailleurs du microclimat urbain et d'une bonne protection contre les mouvements d'air (limitation des échanges thermiques et des infiltrations d'air froid). Source : Merlin P, Traisnel JP, 1996, *Energie, environnement et urbanisme durable*, PUF, QSJ, 127 pages.

⁸ Newman et Kenworthy, 1989, *Cities and automobile dependance. An international source book*, Gower technical, Sydney.

⁹ Wahlgren I. 2007, "Eco efficiency of urban form and transportation", VTT Technical Research Center of Finland in *European Council for Energy Efficiency (ECEE)*, summer study.

Une nouvelle culture à créer

Nécessité de changer de culture, notamment chez les constructeurs La ville dense nécessite un changement de mode de vie¹⁰. Elle ne se fera qu'avec l'adhésion du plus grand nombre. Pour cela, nos « besoins » doivent évoluer, notamment en termes d'habitat.

Dans une étude publiée en 2004, le Centre de recherche pour l'étude et l'observation des comportements (Credoc), définit les aspirations actuelles : une maison individuelle dotée d'un jardin et plutôt située plutôt en périurbain (61%)¹¹.

A aucun moment dans cette étude, la volonté de disposer d'une maison pavillonnaire « sans mitoyenneté » ne figure parmi les aspirations principales des français.

Pourquoi alors ce dogme de la maison pavillonnaire ? N'y aurait-il pas une nouvelle culture à créer au sein des constructeurs et des promoteurs immobiliers pour réinventer la façon de construire la ville, pour qu'elle soit plus conforme aux aspirations des Français et aux enjeux énergétiques d'aujourd'hui et de demain ?

Les besoins de logements: une conception en constante évolution Mais à bien regarder l'histoire des villes, quels ont été successivement les besoins en termes de logements ?

- Avant la seconde guerre mondiale, les besoins étaient de se loger et pouvoir travailler, le plus possible, près de chez soi (au champ, à l'usine ou au rez de chaussée – artisanat). En région, la forme d'habitat qui en découle est la maison de ville mitoyenne avec un, deux ou trois étages.
- Après guerre, pendant la reconstruction, l'urgence était de quitter les campements provisoires ou d'accueillir les populations issues du monde rural. L'aspiration était alors de se loger dans des conditions de confort jamais égalées à si grande échelle. Les immeubles collectifs produits à l'échelle industrielle bénéficiant du chauffage, de l'eau, du gaz, de l'électricité, répondaient alors aux besoins des ménages.
- A partir des années 1970 et jusqu'à aujourd'hui, les « besoins » sont un habitat pavillonnaire, à la campagne, proche de la ville. C'est l'avènement de l'habitat individuel périurbain où l'occupant est le plus souvent le propriétaire.
- Sous l'effet notamment de la décentralisation de l'urbanisme à partir de 1983, le pavillon « rez-de-chaussée + combles » s'impose alors comme la solution technico-économique la plus avantageuse pour les constructeurs. Leur stratégie industrielle et commerciale est lancée, à grand renfort de publicité, de réglementation, de fiscalité incitatives et aussi de stratégies spéculatives immobilières.

On le voit, les besoins sont en constante évolution et peuvent donc changer à nouveau par incitation fiscale, volonté politique, et nouvelle approche dictée par les enjeux de l'évolution des coûts de l'énergie.

Notre société peut décider de les faire évoluer à nouveau.

Aujourd'hui, la ville étalée est insatisfaisante non seulement en raison de l'effet de serre mais aussi pour le confort de ses propres habitants : temps de transports accrus (au détriment d'autres activités plus conviviales), dépendance à l'automobile (avec répercussions financières fortes), vie sociale appauvrie par l'absence d'ancrage de proximité...

¹⁰ Allaire J (2006), « Choisir son mode de ville : formes urbaines et transports dans les villes émergentes », in *Cahiers de Global chance*, cahier n°21, mai, pp. 66-70.

¹¹ Credoc, « Etre propriétaire de sa maison, un rêve partagé, quelques risques pressentis », in *Consommation et modes de vie*, n°177, septembre 2004. 4 pages.

Répondre à la fois à des intérêts collectifs et individuels forts Pour que l'appropriation s'opère, encore faut-il que le citoyen soit correctement informé des enjeux, des réponses possibles et des gains dont il pourra bénéficier directement (et pas seulement pour ses petits-enfants)¹².

Notre société doit donc prendre rapidement conscience des intérêts de construire la ville compacte :

- Les réponses : mitoyenneté, petit collectif, mixité et partage de la rue**
- l'intérêt collectif : la manière d'habiter et se déplacer peut contribuer à la lutte contre le dérèglement climatique en dépensant moins d'énergie,
 - l'intérêt individuel : la forme d'habitat, la proximité des commerces et services et les modes de transport peuvent favoriser des économies financières sur les postes « énergie » appelés à augmenter du fait de la raréfaction du pétrole¹³ à bon marché,

S'inspirer des expérimentations innovantes déjà menées sur la ville compacte

Les « villes nouvelles » sont compactes et restent attractives Certains modèles de villes compactes restent toujours attractifs pour certaines catégories de personnes. Paris, la ville dense par excellence, reste attractive pour les populations jeunes et pour les personnes âgées (emplois et services à proximité du lieu de résidence).

Les « Villes nouvelles », construites dans les années 1970, telles Villeneuve d'Ascq, ont vu naître des quartiers avec des formes d'habitat dense et convivial. Elles s'avèrent adaptées particulièrement pour les familles (présence d'un taux élevé d'équipements publics tels écoles, centres sportifs, culturels, espaces naturels de détente et de loisirs, etc.)

Cette dernière est compacte (habitats collectifs à taille mesurée, maisons mitoyennes). Par rapport à une commune périurbaine avec un taux élevé de pavillons non mitoyens, le dimensionnement de l'espace attribué à chaque individu y est certes restreint par la densité. Mais la densité est acceptée et socialement bien vécue si elle est compensée par des équipements collectifs rendant possible une meilleure utilisation de l'espace et du temps (services de proximité, parcs, etc.).

La culture régionale de l'habitat : un atout La maison individuelle contiguë et le petit collectif sont des réponses faciles à mettre en œuvre. Avec la maison « 1930 » qui compose nombre de villes et de quartiers en région, la maison mitoyenne a l'avantage de déjà faire partie de la culture locale de l'habitat.

Il n'est donc pas difficile de réinvestir cette forme d'habitat en l'adaptant aux contraintes actuelles et à venir. L'évolution culturelle est d'ailleurs déjà perceptible. Il suffit de voir l'attractivité, lors des transactions immobilières, dont bénéficient les maisons de ville dans la région pour s'en convaincre. Cette forme correspond bien aux aspirations actuelles (le volume, un jardin ou une cour, la lumière, l'intimité et un garage) et un réseau de transports en commun attractif.

Un regain d'intérêt par les collectivités Plusieurs récentes opérations de requalification urbaine montrent le regain d'intérêt pour l'habitat mitoyen (opération « Maisons en ville » dans les quartiers lillois de Fives et de Moulins et à Tourcoing à partir de 2005).

¹² Zelem MC, 2002, « MDE et société de consommation », pp 111-119 in *Cahiers de Global Chance, MDE et DD*, cahier n°16, novembre.

¹³ L'automobile aura un coût de fonctionnement croissant à l'avenir du fait de la raréfaction du pétrole à bon marché mais aussi du fait des exigences collectives « climat » et les taxations qui seront mises en place,

Où localiser l'activité économique ?

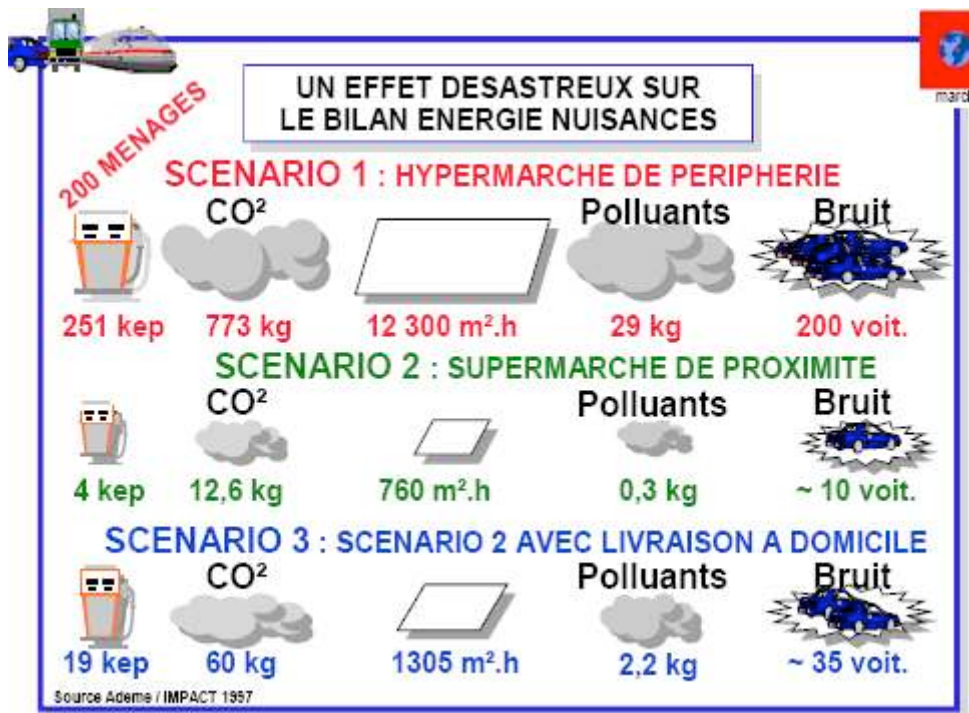
S'affranchir du « tout camion »

Comment aménager et localiser les zones économiques afin de favoriser un système énergétique plus sobre et plus efficace ? L'activité économique doit aujourd'hui s'affranchir du « tout camion ». L'urgence pour les politiques d'aménagement est bien de mixer, au maximum, habitat et activités¹⁴, lorsqu'ils peuvent cohabiter sans nuisance. Pour les activités nécessitant de l'espace, leur accueil donnera la priorité aux modes alternatifs à la route. L'avenir économique de la région en dépend¹⁵.

Commerce périphérique : jusque 80 fois plus émetteur de CO₂ que le commerce urbain

Le commerce périphérique est à la source lui aussi d'une surconsommation d'énergie. Eloigné de tout (des habitations, des centres de production et de logistique...), il émet jusque 80 fois plus de CO₂ qu'un commerce urbain¹⁶ (déplacements des clients et des camions de livraison confondus). Une partie de l'activité commerciale se doit de retrouver sa place historique : en ville.

Ces problématiques amènent à des propositions de politiques et d'actions.



Source : Ademe, Direction Transports, 1997

¹⁴ Bien que cela ne change la donne qu'à la marge dans la mesure où la spécialisation des compétences et des filières de recrutement, croisé avec la rigidité des marchés immobiliers conduisent à générer des déplacements avec ou sans mixité. Le seul impact sur la mixité concerne les emplois de service liés au résidentiel

¹⁵ Cf. aussi chapitre Transports.

¹⁶ Ademe, 1998.

Propositions d'actions

1. Médiatiser les nouveaux modes de vie urbaine à créer, leurs enjeux et leurs avantages

Contenu

Pour que notre société comprenne les enjeux, adhère à un nouveau mode de vie et agisse en conséquence, la sensibilisation et l'information de chacun sont essentielles et conditionnent l'avènement d'une nouvelle culture du « vivre en ville ». La sensibilisation doit viser les formes d'habitat (maisons de ville, petits collectifs) et les modes de déplacements urbains (transports collectifs, modes doux) à privilégier. Elle doit en expliquer les enjeux et les avantages, collectifs et individuels¹⁷.

Cette sensibilisation a déjà démarré, comme l'initiative de Lille métropole communauté urbaine sur la ville compacte auprès des élus (exposition sur la ville dense) et auprès des citoyens¹⁸.

La sensibilisation est menée aux niveaux de tous les acteurs : auprès du grand public, des décideurs (élus, techniciens, administrations) et des acteurs de la construction.

Acteurs concernés

=> Etat, Ademe, ALE, collectivités locales et Chambres consulaires.

2. Mettre en place des prêts et aides spécifiques pour financer le surinvestissement « climat »

Contenu

Le coût de construction d'une maison de ville peut être plus élevé que celui d'un pavillon. L'habitant doit certes au départ investir davantage. Mais le mode de vie associé permet de dégager des économies importantes (une ou deux voitures en moins, moins de chauffage)¹⁹. En moins de dix ans, le surinvestissement de départ peut être amorti.

La même logique peut concerner le prix du foncier qui est plus élevé en agglomération qu'en frange périurbaine. Ainsi, l'urbaniste Marc Wiel précise qu'« *en moins de dix ans, un ménage périurbain paye en déplacements la différence entre le prix du terrain qu'il a acheté et celui du terrain en frange d'agglomération qu'il n'a pas acheté* ».²⁰

Le coût global d'une maison de ville intégrée dans un tissu urbain dense est donc moins élevé que celui d'un pavillon éloigné des transports en commun.

La question essentielle, pour que le particulier ou le bailleur social s'engage, est celle de leur capacité à financer ce surinvestissement. Il est vrai que l'investissement sur un projet classique est, déjà, habituellement difficile. Comment financer ce surinvestissement de départ ?

Ce surinvestissement, que l'on peut qualifier de « climat », doit s'appuyer sur les économies de long terme liés à « l'usage et l'entretien » du bâtiment et être financièrement aidé par des dispositifs mis en place par la puissance publique. Idem pour l'aide au foncier, qui a un coût plus élevé en ville qu'en périphérie (prêts, subventions, crédits d'impôts ...).

Acteurs concernés

Ce dispositif pourra être porté par l'Etat ou la Région. Ainsi, la Région Nord-Pas de Calais a déjà mis en place le programme « Isolto » pour financer l'isolation des toitures des bâtiments.

¹⁷ L'exemple des campagnes menées par l'Assurance Maladie sur l'usage modéré des antibiotiques illustre bien l'efficacité de ce type d'actions. Il y a dix ans, qui pouvait penser que cet organisme public serait amené à inciter les individus à contribuer, à leur échelle, à l'intérêt général ? Qui aurait parié sur le bon accueil de ces campagnes et leur efficacité ?

¹⁸ « Vers un plan climat », supplément 4 pages au *Lille métropole info*, décembre 2007. Egalement : Rencontre « Densité et formes urbaines » organisée le 29 novembre 2007 à Lille métropole communauté urbaine, en ouverture de l'exposition du même nom.

¹⁹ Sivardière Jean (2007), *Espace urbain, transports et environnement*, Revue *Silence*, pp. 34-36, janvier.

²⁰ Sivardière Jean (2007), *Espace urbain, transports et environnement*, Revue *Silence*, pp. 34-36, janvier.

3. Abandonner tout projet de voie routière nouvelle, exceptés les aménagements propices au report modal

Contenu

Une politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre par les transports est incompatible avec la réalisation de nouveaux projets routiers et autoroutiers. Une nouvelle voie routière n'a pas d'autre effet que d'entraîner une augmentation des déplacements automobiles et de camions. Elle ne peut que renforcer l'étalement urbain, lui-même générateur de nouveaux déplacements automobiles²¹.

Il est intéressant d'observer que des zones d'extensions urbaines se développent pour l'essentiel à la suite de créations de voies nouvelles autoroutières majeures ou même modeste (voie de contournement d'une commune par exemple). Le développement qui s'en suit vient alors « justifier » la création de voie nouvelle.

Une telle infrastructure se fait nécessairement au détriment de l'utilisation des autres modes (transports collectifs et modes doux). L'argent non investi dans un projet routier abandonné pourra financer en revanche un tramway, un système de gardiennage de vélos, des bus, etc.

Seuls sont compatibles avec une politique « climat » les projets visant les économies d'énergies et le développement des énergies renouvelables. Des cas particuliers de projets routiers peuvent néanmoins se justifier : une voie desservant un nouveau dépôt de bus modernisé, un pôle d'échange proche d'une gare ou la desserte routière d'une zone économique en bord de canal par exemple.

Acteurs concernés

⇒ Etat, Conseil général, commune ou EPCI.

Le réseau de routes de la région étant extrêmement dense²², les besoins sont faibles. Dans l'imaginaire populaire et pour de nombreux élus, les infrastructures de transport routier signifient emploi et progrès. Financer les grands travaux routiers et subventionner l'accès à la voiture sont là pour relancer l'économie. Depuis dix ans, des études démontrant le contraire se multiplient²³.

La croyance en la route comme « facteur de développement » reste cependant forte. Mais si elle aggrave l'effet de serre et menace la qualité de vie des prochaines années, de quel « développement » parle-t-on alors ?

Au sein des collectivités, la réorientation progressive des compétences techniques vers des projets alternatifs nécessite une refonte complète des services techniques des administrations, une sensibilisation et une formation des ingénieurs et techniciens.

Une stratégie de développement économique adaptée doit aussi être définie et mise en œuvre.

4. Orienter les investissements routiers vers des requalifications (auto)routières favorisant les transports collectifs et le vélo

Contenu

Les routes ou autoroutes nécessitent des réfections régulières. Une autoroute est requalifiée dans sa totalité, en moyenne, tous les trente ans. Ces interventions, pour être les plus profitables à une politique climat, seront l'occasion de donner une place spécifique aux bus et/ou aux vélos.

Dès que possible, les sites propres bus ou cyclistes seront privilégiés dans ces requalifications. Il y aura vraisemblablement un effet d'accélération de l'encombrement des routes. Mais, a contrario, quel sera l'effet sur l'automobiliste à l'arrêt voyant passer à vitesse commerciale un bus à sa droite dans son couloir dédié ?

L'effet de la congestion urbaine sur le report modal et sur la consommation globale d'énergie d'une ville a été démontré par plusieurs études européennes²⁴.

²¹ Allaire J, 2006, « Choisir son mode de ville : formes urbaines et transports dans les villes émergentes », in *Cahiers de Global chance*, cahier n°21, mai, pp. 66-70.

²² Pour les chiffres, cf. chapitre Transports.

²³ Trois études issues des USA, du Royaume-Uni et d'Allemagne révèlent que réorienter les politiques publiques vers la promotion des alternatives à la route serait une source de création nette d'emplois. Elles viennent d'Organisations Non Gouvernementales (ONG) écologistes. Une étude de l'OCDE vient en 2002 les conforter et les crédibiliser. In La revue durable n° 10 – avril, mai 2004. *Ecologie et emploi : un mariage de raison*.

²⁴ Allaire J, 2006, déjà cité. Aussi : Wahlgren I. 2007, "Eco efficiency of urban form and transportation", VTT Technical Research Center of Finland in *European council for Energy Efficiency (ECEE)*, summer study.

Acteurs concernés

⇒ Etat, Conseil général, commune ou EPCI.

L'acceptabilité serait difficile au début, du fait de la réduction de la place accordée à la voiture. Mais l'offre accrue de transports alternatifs, les nombreuses campagnes de sensibilisation accompagneront ces choix d'aménagement. Ensuite, le nombre croissant d'automobilistes faisant le choix d'autres modes de transport ne pourra que participer à l'appropriation de telles mesures.

5. Conditionner les extensions urbaines à une desserte performante par les modes alternatifs à la voiture et au camion

L'avenir, c'est un choix d'implantation des zones d'activité guidé par les enjeux du climat et la diminution à venir du pétrole bon marché.

Les nouvelles zones d'activités économiques ou leur extension devront :

- être localisées dans le tissu urbain existant, favorisant ainsi la mixité des fonctions,
- bénéficier d'une desserte performante en transports en commun (pour les travailleurs) et par la voie d'eau et la voie ferrée (pour les marchandises). La région à cet égard possède un atout déterminant puisque la plupart des villes bénéficient de telles situations²⁵. Les infrastructures datent de l'ère industrielle (voies ferrées – canaux) mais il faut les moderniser évidemment.

Quel sera l'impact financier d'une telle mesure ? Cette question suppose la redéfinition des critères utilisés dans les calculs de rentabilité économique des infrastructures de transport. Cette question, essentielle, est traitée dans le chapitre « Transports » du présent rapport.

Acteurs concernés

⇒ Etat, Voies Navigables de France, communes ou EPCI, Région.

Questions

En limitant les surfaces urbanisables, cette mesure risque-t-elle de provoquer une augmentation du prix du foncier et de l'immobilier ? Une urbanisation moins étalée peut répondre aux mêmes besoins de logements si la forme d'habitat est adaptée (petits collectifs, mitoyenneté ...). Un développement plus équilibré et réparti sur davantage de pôles urbains à l'échelle régionale permet aussi de maîtriser la pression immobilière et foncière. Les causes de la hausse du foncier et de l'immobilier sont pour une grande part ailleurs²⁶.

6. Mettre en place le suffrage universel direct pour les intercommunalités, couplé à une fiscalité locale plus redistributrice

Contenu

La refonte de la démocratie locale est une question à approfondir pour réfléchir à un système institutionnel local plus adapté aux enjeux d'aujourd'hui.

Le gel des zones urbanisables éloignées des arrêts de transports en commun suppose un aménagement du territoire dépassant la simple échelle de la commune au profit de l'échelle intercommunale (agglomération ou bassin de vie rural).

Abandonner ou refuser la mise en constructibilité de terrains au motif du climat peut être difficile pour un élu communal face à son électorat. Même si les plans locaux d'urbanisme (PLU) ou les schémas de cohérence territoriale (SCOT) sont élaborés, dans la plupart des cas, par les intercommunalités, leurs représentants élus sont désignés au suffrage indirect. Seul le maire est directement élu et garde donc aux yeux de son électorat la légitimité. Malgré l'élaboration des documents d'urbanisme à l'échelle intercommunale, l'aménagement du territoire reste donc, à l'épreuve des faits, en majorité communal.

²⁵ Pour plus de détails, voir le chapitre Transports.

²⁶ cf. également ci-après

Ces actions semblent par conséquent ne réussir qu'à la condition que les élus intercommunaux responsables de la planification urbaine soient élus au suffrage universel direct.

Alimentées essentiellement par l'impôt sur les ménages, les ressources communales dépendent donc fortement du nombre d'habitants et de leurs revenus.

L'élection au suffrage universel direct des élus intercommunaux devra se coupler à fiscalité locale assise sur les revenus plus que sur la pierre et fortement redistributrice. Le risque serait en effet de voir la densification souhaitable enrichir les villes-centres et appauvrir les communes périurbaines qui auront progressivement moins d'habitants, donc moins de contribuables.

7. Inventer des formes d'habitat attractives et alternatives à la construction pavillonnaire

Contenu

Il s'agit aujourd'hui d'inventer des formes d'habitat répondant aux attentes diverses des citoyens, c'est-à-dire un garage (ou du moins, pour ceux qui n'ont pas de voiture, un espace de stockage), un contact avec la nature (proximité de parcs et d'espaces publics) et des parties privatives extérieures (jardins de ville ou toitures terrasses accessibles et plantées, etc.), la préservation d'une certaine intimité...

Dans un contexte où le prix du carburant va augmenter vraisemblablement de manière inexorable²⁷, le pavillon, loin de tout, s'avèrera de moins en moins conforme aux besoins et tendra à devenir obsolète. Il ne se limitera à l'avenir qu'aux secteurs ruraux très isolés et aux besoins des agriculteurs.

Il s'agit donc de développer les petits collectifs, et imposer au maximum la contiguïté pour l'habitat individuel.

Dans une optique de réduction des coûts fonciers, l'achat de parcelles en copropriété sera facilité et encouragé. Par ailleurs, la préservation de la propriété publique des sols grâce au bail emphytéotique peut garantir la maîtrise des prix présents et de l'avenir des lieux.

Acteurs concernés

⇒ Etat et communes ou EPCI

8. Densifier le périurbain aujourd'hui très étalé et les centres urbains : quels leviers possibles ?

Contenu

Toute réflexion sur les solutions pour la ville compacte doit prendre pleinement en compte la question du prix du foncier, c'est-à-dire le marché des terrains à bâtir ou à renouveler. Divers leviers sont possibles selon les situations concernées.

Lutter contre l'étalement impliquerait un outil foncier très puissant, capable de préempter²⁸ des terrains aujourd'hui construits de façon trop étalée en zone périurbaine. Cela permettrait à la puissance publique de pouvoir acheter des terrains jugés « stratégiques » au regard de la ville compacte à construire. Des projets de reconquête des zones peu denses et des schémas de densification des zones périurbaines seraient un moyen d'y parvenir. Pour rappel, la quasi totalité des villes denses d'aujourd'hui ont été des zones peu denses hier...

De tels outils existent : le droit de l'urbanisme, l'Etablissement Public Foncier (EPF) dans la région, la Foncière Logement au niveau national. Une forte volonté politique est nécessaire.

Les leviers peuvent être aussi liés à l'exigence de densité formulée dans les plans locaux d'urbanisme, ce qui pourrait représenter une diminution des coûts supportés par la puissance publique. Ainsi le Schéma directeur de l'Ile de France (SDRIF) 2007 – 2030 interdit une densité inférieure à 35 logements par hectare dans les nouvelles zones urbanisées.

²⁷ fin 2007, le baril de brut avait été multiplié par cinq en cinq ans, et avait doublé en seulement un an.

²⁸ Préemption : droit donné à la puissance publique d'acheter prioritairement des terrains stratégiques pour l'intérêt général.

9. Créer des planchers de densité

Contenu

Paradoxe : le droit français de l'urbanisme ne semble se préoccuper des densités que pour les limiter ! Les Coefficients d'Occupation des Sols (COS) imposent des valeurs « plafonds » à ne pas dépasser ... comme si le seul risque à éviter était l'apparition de quartiers à trop forte densité²⁹.

Il s'agit aujourd'hui de moderniser le droit de l'urbanisme en imposant un COS « plancher » fixant une *densité minimale* à respecter.

Un seuil minimal de 40 logements par hectare peut être une valeur intéressante et acceptable³⁰ car sensiblement proche des quartiers de « maisons 1930 » caractéristiques de la région. Au sein des périmètres de 500 mètres autour des stations de transports en commun, la densité doit être plus élevée.

Cette mesure de « COS » plancher est déjà appliquée comme on l'a vu en Ile de France. Le schéma directeur de l'Ile de France (SDRIF) 2007 – 2030 interdit dans les nouvelles zones urbanisées, une densité inférieure à 35 logements par hectare.

Par ailleurs, pourquoi ne pas imaginer des bonus de COS qui seraient possibles dans le cas d'extension de maison, comme cela est autorisé dans le Plan local d'urbanisme (PLU) de Lille métropole communauté urbaine ?

Acteurs concernés

=> Etat et communes ou EPCI

10. Articuler harmonieusement et judicieusement densification et création d'espaces de nature en ville

Contenu

La ville compacte ne doit pas signifier diminution voire disparition des espaces de nature à l'intérieur de la ville. Au contraire, la diminution de la taille des jardins privatifs doit être compensée par des espaces de nature mutualisés (parcs...).

Est ce qu'on peut mettre une phrase sur la participation des habitants dans la gestion des espaces verts (exemple : Ajoncs (jardins ouverts néanmoins clôturés à Lille).

Le citoyen, pour son repos, son bien-être et sa « culture du vivant », a besoin d'espaces de récréation de plein air et de nature. Ceci est d'autant plus nécessaire dans une région déjà fortement urbanisée et relativement pauvre en grands espaces naturels (la surface imperméabilisée représente environ 10% de la surface régionale). La localisation de ces secteurs de détente au sein même de la ville est primordiale, notamment pour des raisons d'accessibilité et de confort thermique.

La ville compacte s'attachera alors à s'articuler judicieusement avec la préservation, la valorisation et la création de grands espaces naturels. Les choix d'implantation se feront selon des critères prioritaires (par exemple, privilégier l'habitat aux abords immédiats des transports en commun et placer ensuite les espaces de nature) et en partenariat avec les habitants concernés (comités de quartier).

Dans le même esprit, recréer le lien entre l'Homme et la nature sera possible aussi en limitant la minéralisation de la ville et en diffusant mieux et davantage le végétal et l'eau dans l'aménagement urbain (façades et parkings végétalisés, bassins et mares, arbres d'alignement, etc.).

A ce titre, le végétal peut constituer pour les bâtiments un bon rempart thermique contre les vents froids hivernaux et une protection efficace contre les canicules d'été.

²⁹ Fouchier V, 1997, *Les densités urbaines et le développement durable : le cas de l'Ile de France et des villes nouvelles*, La documentation française, 209 pages.

³⁰ A titre de comparaison, un lotissement de pavillons construit aujourd'hui compte généralement entre 10 et 15 logements par hectare.

11. Recouvrir le maximum de surfaces de toits et de parcs de stationnement de panneaux solaires³¹

Contenu

Dans l'objectif de développer les énergies renouvelables électriques, la ville, avec ses surfaces de toits – orientés au Sud – et ses surfaces artificialisées, est une opportunité pour l'avènement de la production d'électricité photovoltaïque.

Avec un rendement de 15%³², les panneaux solaires présentent aussi des avantages en termes de confort d'été. En réduisant d'autant l'entrée de chaleur dans la maison, ils renforcent le confort d'été (la fraîcheur des bâtiments) et limitent la consommation d'énergie pour une éventuelle climatisation, nécessaire notamment pour les établissements de santé (maisons de retraite, hôpitaux...).

Comme le souligne le chapitre « Energies renouvelables » du présent rapport, la même démarche concernera aussi les panneaux solaires thermiques.

12. Maîtriser les besoins en nouveaux logements par une politique sociale innovante et une fiscalité adaptée

Contexte

Les raisons de l'accélération des besoins en logements sont multiples : la décohabitation (départ des enfants, séparations ...), la taille de logements parfois mal adaptée aux besoins (ex. : parents qui ont tendance à rester dans la maison familiale après le départ de leurs enfants), l'allongement de l'espérance de vie, etc.

Les évolutions démographiques et sociales accroissent donc nos besoins en logements. Outre les effets environnementaux, cette évolution engendre une pénurie de logements sociaux et une hausse du prix de l'immobilier et du foncier³³, réduisant l'accès au logement et à la propriété.

Le développement des résidences secondaires est aussi un facteur. La situation est aujourd'hui paradoxale. Certains ménages disposent de deux résidences, dont l'une est occupée une courte période de l'année. D'autres ménages, quant à eux, souvent dans le milieu rural ou sur le littoral, n'arrivent pas à accéder à un logement adapté à leurs besoins et leurs moyens, pour cause de ... pénurie de logements.

Avec 3 millions d'unités en 2003, les résidences secondaires en France représentent en effet 10% du parc total de logements³⁴. Cette proportion est moindre en Nord-Pas de Calais mais elle est tout de même non négligeable (3,5% du parc total en 1999), notamment dans certaines régions du littoral (10% dans la zone d'emploi du Boulonnais et 70% dans certaines communes comme Touquet-Paris-Plage)³⁵.

Même si la croissance du nombre de résidences secondaires est un phénomène moins perceptible en Nord-Pas de Calais qu'au niveau d'autres régions, c'est un fait qu'il est intéressant de noter.

³¹ Cf. également chapitre Energies renouvelables.

³² Cela signifie que 15% de l'énergie lumineuse envoyée par le Soleil est convertie par les panneaux en électricité.

³³ Il s'agit d'une partie des causes. La spéculation en est aussi, vraisemblablement, une parmi d'autres.

³⁴ INSEE, 2003

³⁵ Direction régionale INSEE Nord-Pas de Calais, 2005, *Synthèse locale*, 3 février, 24 pages

Contenu

Cette analyse ouvre la voie à de nouvelles actions.

12.1. Encourager la colocation et la création de structures d'hébergement collectives adaptées

Certaines populations en situation de précarité vis-à-vis du logement (Sans domicile fixe, travailleurs pauvres, étudiants, personnes âgées seules, familles monoparentales ...) connaissent de grandes difficultés pour obtenir un logement. L'objectif est d'octroyer des avantages aux populations qui ont recours, par contrainte financière, au système de colocation ou de les aider dans leur recherche. Ceci peut entrer dans le cadre de la création récente en janvier 2008 d'un droit opposable au logement. Diverses initiatives doivent être valorisées,³⁶ d'autres créées (structures, forums etc.).

Des structures d'hébergement collectif plus adaptées seraient aussi pertinentes pour les populations d'étudiants, de personnes âgées et de cadres travaillant la semaine sur un lieu différent du lieu de vie de leur famille...

12.2. Créer une offre de logements attractive mieux adaptée aux besoins des « seniors »

Aujourd'hui, les pouvoirs publics font face à un paradoxe : des familles recherchent un logement qu'elles ne trouvent pas tandis que des retraités occupent, en couple ou seul, une maison familiale à la taille disproportionnée à leurs besoins. Le départ (volontaire) d'une partie du public « senior » pour des logements plus adaptés (appartements, maisons plus petites, à proximité immédiate des services) soulagerait la pression immobilière et foncière. Une sensibilisation en ce sens pourrait y contribuer. Il est aussi possible d'inciter à la location partielle du logement (extension des avantages fiscaux en direction des étudiants pour les personnes d'un certain âge)

12.3. Taxer lourdement les résidences secondaires et soutenir les alternatives touristiques en milieu rural (gîtes, chambres d'hôtes)

Les objectifs de cette taxe sont de limiter le parc de résidences secondaires et d'opérer un changement de statut (qu'une résidence secondaire devienne résidence principale). Ceci allégera les besoins en construction de résidences principales et aurait pour effet aussi de libérer le marché. A contrario, les alternatives doivent être soutenues : tourisme de proximité, gîte rural, chambres d'hôtes ...

Acteurs concernés

⇒ Etat, Département

La taxe doit s'accompagner de pédagogie.

³⁶ Ainsi, à titre d'exemple, la mairie de Lille encourage la solidarité intergénérationnelle et l'accès au logement à travers l'opération Logement Partagé Senior-étudiant lancée en décembre 2006.
http://www.mairie-lille.fr/LillePratique/pdf/PDFMdLn38/2425_Solidarite_MdLn38.pdf – solidarite@mairie-lille.fr

13. Rendre le commerce de proximité de nouveau concurrent du commerce périphérique

Le commerce périphérique pollue plus que le commerce urbain Le commerce périphérique est un facteur déterminant et aggravant de l'allongement des déplacements. En concentrant les lieux de distribution à un nombre limité de pôles commerciaux, les distances des camions de livraison et surtout des clients sont allongées. Ces derniers parcourent avec leurs automobiles depuis leur domicile une distance beaucoup plus grande que s'ils font le choix d'un supermarché de proximité. L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) a ainsi montré en 1997 qu'un hypermarché de périphérie conduisait à émettre 80 fois plus de CO₂ qu'un supermarché urbain (cf. schéma pages précédentes).

Quelle forme de commerce est la plus avantageuse ?

Les avantages du commerce périphérique, en excluant la question des prix des marchandises pour le consommateur sont extrêmement relatifs et fortement guidés par les messages publicitaires. Nous pouvons ici les lister et les analyser :

Le facteur temps ?

Le temps pour les courses. L'accessibilité aisée et la concentration d'un grand nombre de produits sur un même lieu peuvent nous amener à penser que le client y passe moins de temps. Mais ceci est occulte plusieurs points. La distance, et souvent le temps d'accès à l'hypermarché sont plus importants que ceux nécessaires pour atteindre un supermarché de proximité. Le bâtiment étant plus grand, parcourir les rayons d'un hypermarché, pour une même liste de produits, peut prendre beaucoup plus de temps que dans un supermarché. Sans compter le temps de retour au domicile qui peut être augmenté, le samedi notamment, par des embouteillages à la fois sur le parc de stationnement voire les axes autoroutiers alentours.

Quel mode de déplacement est le plus pratique ?

Les facilités de transport. Se rendre en automobile à l'hypermarché de périphérie ou au supermarché de proximité offre les mêmes capacités de stockage, le coffre de la voiture restant inchangé. Quid du vélo, de la marche ou des transports collectifs que l'on pourrait privilégier pour un supermarché urbain ? La conférence « Commerce et vélo », organisée en 2004 à Lille par les associations de la Maison Régionale de l'Environnement et des Solidarités a montré que ces alternatives étaient possibles et ne signifiaient pas un parcours du combattant pour les clients concernés³⁷ : Ces choix sous-entendent peut-être quelques changements mineurs de comportements : abandonner les bouteilles d'eau au profit de l'eau du robinet (faisant disparaître les lourds packs des caddies), le vrac (moins d'emballages) et augmenter légèrement la fréquence des achats ou alors opter pour le triporteur, véritable véhicule à part entière, comme on peut le voir dans les villes néerlandaises.

Le choix de produits. Il paraît indiscutable que le consommateur dispose de plus de choix de produits dans un hypermarché que dans un supermarché dont la surface est jusque 10 fois inférieure³⁸. La question ici est surtout sociétale : a-t-on réellement besoin de pouvoir choisir entre autant de produits ? Cette question renvoie aussi au rôle fondamental que peut jouer la publicité et le marketing (« créer le marché ») dans notre façon de créer nos besoins de consommation.

Où localiser le commerce en ville ?

Centre-périphérie. La proposition n'est pas ici de concentrer les activités commerciales dans les seuls centres urbains. Outre les centres-villes, les cœurs de quartiers sont aussi concernés. Pour une bonne accessibilité et une animation homogène de la ville, le commerce doit se retrouver à la fois en centre, dans les quartiers et dans les bourgs de villages.

Quels impacts ?

La réalité des impacts. La présente proposition n'est pas de supprimer les commerces existants en périphérie des villes. Elle se base néanmoins sur le constat que le développement commercial péri-urbain, continu depuis plus de quarante ans, à entraîner de graves problèmes (dévitalisation des centres et perte d'animation dans les quartiers, disparitions des marchés hebdomadaires pertes d'emplois³⁹ dans les commerces urbains, consommation d'espaces agricoles ...). Ce développement est un vecteur aggravant de l'effet de serre, par rapport à des alternatives pouvant répondre aux mêmes besoins (faire ses courses) et dans le même temps réduire l'impact sur l'environnement.

³⁷ voir aussi à ce sujet : Héran Frédéric, 2002, « Commerce de centre-ville et vélo, des arguments méconnus », *Vélocité*, n°66, p. 14-17 ; HÉRAN Frédéric, 2002, « Transporter ses achats à vélo », *Vélocité*, n°67, p. 16-19.

³⁸ L'hypermarché situé à Englos près de Lille totalise 16 000 m² de surfaces commerciales (le plus vaste du nord de la France).

³⁹ A chiffre d'affaire équivalent, une grande surface commerciale crée moins d'emplois que le petit commerce (du fait des économies d'échelle engendrées par le système de grande distribution). Il est par conséquent très probable que les emplois perdus dans le petit commerce soient supérieurs à ceux créés dans les commerces de périphérie.

Quid des achats volumineux ?

Commerce et achats volumineux. Certaines enseignes de grande distribution se sont implantées en périphérie, jouant de l'argument des facilités offertes par le nombre, la proximité et la gratuité des parcs de stationnement. Les magasins de textile et « d'achats plaisirs » (décoration...) sont devenus les spécificités du commerce en ville.

Mais depuis une décennie, la stratégie commerciale des enseignes change la donne et renforce encore davantage la concurrence de la périphérie. La périphérie conquiert de plus en plus les parts de marché du commerce urbain. Des enseignes vendant des équipements de sport volumineux développent leur rayon textile jusqu'à en devenir prédominant (ex. Décathlon). Celles historiquement spécialisées dans le meuble misent aussi sur le linge et autres ustensiles de maison. Ainsi, l'enseigne Ikea réalise 40% de son chiffre d'affaires sur des produits comme les accessoires ou les arts de la table et non sur les meubles⁴⁰.

Mais quid alors des achats volumineux ? L'histoire récente montre que ces produits, dans un passé pas si lointain, s'achetaient en ville. C'est le cas encore aujourd'hui dans des pays soucieux d'économiser l'espace naturel, tels les Pays-Bas. Pour un même besoin satisfait (acheter un meuble), les comportements et les modes de distribution sont différents (livraisons à domicile ...). Concilier pratiques d'achat et commerces urbains est donc possible.

Droit du commerce et droit de l'urbanisme : deux notions différentes

Libre concurrence et réglementation. Interdire au commerce de s'implanter dans une zone relève des règles de planification urbaine, c'est-à-dire du droit de l'urbanisme. Cela signifie-t-il être en contradiction avec la liberté d'exercer le commerce ? Même fortement restrictif, un droit de l'urbanisme plus contraignant n'interdirait pas l'exercice du commerce. Il préciserait uniquement les territoires où les activités commerciales seraient autorisées et ceux où elles ne seraient pas possibles. Le principe de libre concurrence ne serait en rien affecté. Ces règles strictes et encadrées, d'ailleurs, existent déjà dans certains pays comme les Pays-Bas.

Bientôt des friches commerciales ?

Friches commerciales. Le risque de voir apparaître dans les années à venir des friches commerciales existe. Le premier facteur est économique. La concurrence effrénée entre enseignes, l'augmentation du nombre de magasins, la saturation des équipements des ménages et la limitation de leur revenu pourraient conduire à la fermeture des moins compétitives d'entre elles. Ceci a déjà cours. Mais aucune friche pérenne n'apparaît à ce jour, le bâtiment délaissé étant pour l'heure rapidement repris par une autre enseigne. Cette dernière est bien souvent issue d'une délocalisation (du centre-ville), ou alors propose un nouveau « concept commercial » repoussant encore plus loin les limites de la consommation et redynamisant alors la consommation des ménages.

Fin prochaine du pétrole à bon marché : quelles répercussions sur le modèle de grande distribution ?

Le problème se pose en termes physique et économique sur le long terme. Combien de temps encore ce modèle de commerce peut-il perdurer et quels seront les impacts de sa lente disparition à venir ?

La question doit être posée.

Le commerce en périphérie de la ville n'est viable qu'à une condition : la capacité des camions à venir déposer « juste à temps » les marchandises et celle des clients à venir les acheter. Ceci est rendu possible grâce à un pétrole abondant et bon marché qui alimente les réservoirs des véhicules. Les magasins n'ont plus d'entrepôts : les stocks sont sur la route. Une réalité est à prendre en compte aujourd'hui, c'est l'augmentation inéluctable du prix des carburants fossiles⁴¹. Combien coûteront les produits dans ces commerces lorsque le prix du baril de pétrole pèsera 150 dollars, 200, 300 dollars ? Combien cela coûtera-t-il pour livrer et simplement pour s'y rendre à titre individuel ?

Dans ces conditions, qui aura les moyens financiers d'accéder encore à ces zones commerciales éloignées de la majeure partie des habitations ?

Force est de constater que des politiques publiques volontaristes seront à inventer et à mettre en œuvre pour maîtriser les effets pervers d'un tel développement périurbain.

⁴⁰ Gazette Région Nord-Pas de Calais – n°7550 – 30 oct 2003.

⁴¹ Ici sont exclus l'avènement et la généralisation de l'automobile et du camion électriques à pile à combustible, du fait que ces technologies ne sont qu'au stade de la recherche et que leurs éventuels impacts sont pour l'heure mal connus.

Quelles conséquences d'un déclin inévitable du commerce périurbain ?

Laisser aujourd'hui, même de façon mesurée et maîtrisée, le commerce s'implanter en périphérie, c'est :

- ne pas privilégier les commerces urbains qui sont plus intensifs en emplois,
- aggraver pour demain les conséquences sociales, économiques et environnementales de leur déclin probable à venir,
- créer aujourd'hui des emplois qui risquent de disparaître dans un avenir plus ou moins proche,
- aggraver la contribution des transports individuels au réchauffement climatique,
- détruire de façon irréversible de l'espace agricole en périphérie des villes, ressource qui sera précieuse pour des productions maraîchères locales.

Renforcer le commerce en ville signifie-t-il le retour des camions et des voitures ?

Privilégier l'achat de produits volumineux en ville signifie-t-il un flux supplémentaire de voitures ou de camions ? Pas nécessairement, d'autant plus si on fait confiance à l'intelligence et l'innovation commerciales. La présence de tels magasins en ville (qui existent déjà pour partie) supposent une organisation différente des livraisons : réorganisation globale des véhicules de livraison en ville⁴², développement de services performants de livraison à domicile (ils existent déjà, il suffirait de les généraliser)...

Quant aux clients, si la nécessité d'emporter ses achats volumineux dans sa voiture disparaît, celui-ci peut stationner dans un parc relais à proximité d'une station de transport en commun et se rendre dans les commerces en ville par ce mode puis la marche (ou des taxis-vélos, qui existent déjà à Lille) ou autre ...⁴³

Les alternatives adaptées au commerce urbain existent et fonctionnent déjà, il convient de les généraliser : itinéraires piétons et cyclables de qualité, services de livraison, parcs relais, transports urbains propres et conviviaux... D'autres éléments sont à inventer (plans et systèmes de réorganisation globale des livraisons en ville) ou à conforter (outils fonciers puissants pour réserver des terrains urbains libres pour l'accueil de commerces). L'information et la sensibilisation sont des compléments indispensables (eau du robinet, aller faire ses courses en vélo, à pied avec un cabas à roulette, en triporteur, livraison à domicile ...).

Contenu

13.1. Stopper toute création et extension de surfaces commerciales périphériques

Le regain d'intérêt pour le commerce urbain ne sera possible qu'à la condition de geler tout développement du commerce en périphérie.

13.2. Instaurer un droit d'entrée payant aux parcs de stationnement des zones commerciales périphériques ?

L'objectif de cette taxe serait de rééquilibrer l'avantage comparatif du stationnement entre commerce périphérique et commerce urbain.

Le produit de la taxe pourrait être reversé aux dispositifs d'économie d'énergie dans la ville (transports collectifs, campagnes de sensibilisation ...) ou de revitalisation du commerce de proximité.

Question : comment ne pas engendrer de discrimination envers les habitants de la campagne dépourvus de supermarchés ?

13.3. Maintenir la législation en vigueur imposant la fermeture des grandes surfaces le dimanche

Le chiffre d'affaires opéré le dimanche par les commerces de proximité est, pour beaucoup d'entre eux, vital à leur survie. Certains groupes de pression ou élus demandent l'autorisation d'ouverture des grandes surfaces commerciales le dimanche. Ceci porterait atteinte à la viabilité économique d'une partie du commerce indépendant et urbain. Le report de consommation sur les grandes surfaces, en grande partie situées en périphérie, aggraverait en outre la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre.

⁴² (cf. chapitre transports). A ce sujet, il est intéressant de noter qu'une expérimentation de livraison à vélo en ville depuis le Port de Lille va être menée en 2008 par l'entreprise de livraison Vélocom : celle-ci prendra le relais des livraisons acheminées par les camions (DHL et Chronopost), centralisées au Port de Lille, pour assurer la livraison finale des produits en ville par le vélo. Objectif : réduire la présence des camions en ville.

⁴³ On peut d'ailleurs imaginer que les parcs relais puissent devenir des sites de livraison

13.4. Dans un village, un quartier ou une ville, créer ou développer un marché forain en centre urbain

Faire ses courses au marché, notamment pour l'alimentation, permet de réduire les distances du client jusqu'au commerçant. En favorisant la distribution de produits locaux, le marché forain réduit aussi les distances entre le producteur et le consommateur. De ce fait, cette forme de commerce incite aux déplacements alternatifs à la voiture (puisque situé à proximité des habitations), crée ou maintient l'emploi local et favorise la convivialité.

Environ cinquante clients suffisent à eux seuls pour faire vivre un marché alimentaire hebdomadaire, par exemple sur la place d'un village ou d'un quartier.

Sa mise en place est très simple :

- dans le cas de l'absence d'un marché, une ou plusieurs personnes peuvent s'organiser pour former un groupe d'au moins cinquante habitants, solliciter des agriculteurs pratiquant la vente directe et/ou des artisans locaux (ou une coopérative agricole, la chambre des métiers...) et enfin formuler une demande à la mairie.
- La mairie autorise l'occupation de l'espace public et prend les mesures nécessaires à l'accueil du marché, assure une présence technique. Elle peut aussi participer à la communication de l'évènement (affiches, tracts, bulletin municipal ...).

On peut citer à cet égard les cantons qui ont créé des marchés de façon volontariste, comme le pays de Cassel, qui allie le service de proximité à la promotion de son tourisme et de ses produits fermiers (au moins un marché par village et par semaine).

La création d'un marché local est – comme la question d'une politique locale cyclable traitée plus loin - un exemple de « petit geste » étendu à de la politique concrète. En effet, les citoyens prennent l'initiative, les élus doivent relayer, mais cela ne fonctionnera que si quelques dizaines de ménages chaque semaine viennent s'approvisionner... et au final les économies de carbone et de gaz à effet de serre sont réalisées⁴⁴.

Acteurs concernés

En terme d'urbanisme commercial :

- ⇒ L'Etat doit jouer un rôle fort en terme de réglementation et de contrôle des décisions locales vis-à-vis de l'esprit des nouvelles règles d'urbanisme qui devront être édictées. Ce contrôle se fait aujourd'hui au niveau de la commission nationale d'équipement commercial (CNEC) qui délivre les autorisations d'exploitation commerciale en cas de recours suite à une décision de la commission départementale du même nom (CDEC).

Les communes ou EPCI compétents en planification urbaine doivent transcrire localement l'esprit de la réglementation nationale.

L'Europe est également concernée : c'est à ce niveau par exemple qu'est autorisée la publicité à la télévision des grandes enseignes de distribution.

13.5. Favoriser le développement des modes d'approvisionnement basés sur des circuits courts de distribution et limitant le déplacement des consommateurs

Il s'agit d'amplifier les dispositifs comme le « biocabas », les points de livraison mutualistes...

⁴⁴ Dans le cadrage et le chiffrage du scénario Virage-énergie, le carbone des transports est bien totalisé dans l'estimation du scénario. Néanmoins, nous n'avons pas intégré l'évolution de l'origine des produits ou encore les changements de régime alimentaires. Selon la campagne « Des gaz à effet de serre dans votre assiette » voir www.rac-f.org le gain possible est, par exemple, équivalent à un abaissement d'une catégorie d'autos.

14. Garantir une localisation de proximité des services publics

Contenu

Il n'existe pas ou peu, à l'heure actuelle, de statistiques sur le temps consacré par les membres d'une famille pour s'acquitter de toutes les formalités administratives ou autres qui leur incombent. Une simplification des démarches et une localisation de ces services à proximité des lieux de vie des habitants permettront de réduire sensiblement la multiplicité des déplacements et leur longueur. Par conséquent c'est un gain de temps et d'énergie pour chacun et une réduction de la facture énergétique.

Cette dématérialisation s'attachera à maintenir des numéros d'accès à faibles coûts, sans attente excessive en évitant le recours à des numéros de téléphone commerciaux aux tarifs plus élevés.

Dans la même logique, le télétravail, les téléconférences, etc. pourraient être encouragés.

Ceci ne doit pas exclure le débat nécessaire sur le recours aux technologies de l'information et de la communication et leur impact sur notre mode de société.

Acteurs concernés

⇒ Etat, Région, Département, EPCI, commune.

15. Consolider les activités rurales⁴⁵

Contenu

Mettre fin à l'étalement urbain suppose aussi de maintenir l'attractivité des secteurs ruraux en consolidant les activités rurales.

Certaines zones rurales pourraient souffrir d'une densification des zones urbaines. Moins denses, des communes rurales pourraient voir commerces, écoles, services, etc. décliner.

La ville compacte doit par conséquent s'accompagner d'un équilibre avec la vie rurale proche, avec développement d'activités et de fonctions intrinsèques à la vie rurale (agriculture de proximité, artisanat, services ...). Là aussi, des actions d'information, de sensibilisation et des formations adaptées doivent pouvoir répondre à cet objectif.

D'autres actions entrent aussi dans ce cadre : création d'Amap (association pour le maintien de l'agriculture paysanne, type celle créée dans les Weppes près de Lille), soutien à des démarches d'achat commun de terres agricoles pour favoriser l'implantation de fermes bio (exemple : association Terres de liens), révision de la réglementation des Sociétés d'aménagement foncier et rural (Safer) et de la Politique Agricole Commune (PAC), développement des transports collectifs, soutien à la production locale d'énergie ou encore développement de la filière sylvicole (copeaux ..).

Acteurs concernés

=> Union Européenne, Etat, Région, Département, EPCI et commune.

16. Imposer la mixité des fonctions dans les programmes d'aménagement

Contenu

L'urbanisme en « zonages » ne peut aboutir aujourd'hui à une réelle mixité des fonctions urbaines. Même si les documents de planification urbaine visent la mixité urbaine, les aménagements en extension urbaine sont pour beaucoup de vastes zones monofonctionnelles (économiques ou d'habitat). Même si la zone dans sa globalité mélange activités et habitat, le récent quartier de la Haute Borne à Villeneuve d'Ascq peut illustrer cette réalité : d'un côté, une grande zone résidentielle, de l'autre, un vaste secteur d'activités extrêmement étalé

Une loi doit imposer davantage de mixité urbaine, pas uniquement à l'échelle du « quartier » mais bien à celle de l'îlot, tout particulièrement quand il s'agit de tertiaire où les nuisances sont plus réduites.

Acteurs concernés

⇒ Etat, EPCI, Région et communes.

La Région et les EPCI doivent conditionner leurs aides aux programmes d'habitat et de développement économique à une réelle mixité (et densité) des programmes d'aménagement.

⁴⁵ Le contenu ici présenté est général. Au regard de l'importance de cette question, la « vie rurale » pourrait être un thème à approfondir pour aboutir à des propositions de politiques et d'actions adaptées aux enjeux d'aujourd'hui (autonomie des habitants, relations avec la ville, etc.).

Les autres rôles de l'Etat dans la construction de la ville compacte

Les mesures à prendre au niveau de l'Etat :

- cesser, par les mécanismes de financement du logement, d'encourager l'habitat individuel non mitoyen,
- contrôler plus fortement les documents d'urbanisme vis-à-vis des objectifs de maîtrise énergétique,
- prendre les mesures fiscales visant à limiter la croissance du parc automobile et l'utilisation de l'automobile,
- soutenir le développement des transports en commun : revenir à l'aide d'Etat au développement des transports en commun supprimée en 2003,
- mener de vastes campagnes de sensibilisation ou déléguer certaines de ces missions et les moyens correspondants à la Région.

Capacités à atteindre les autres objectifs du développement durable

Construire la ville compacte n'entraîne pas uniquement des gains énergétiques. Des avantages se retrouvent, existent et se répercutent aussi dans d'autres domaines.

- ⇒ Préservation des ressources naturelles. Les espaces agricoles sont mieux préservés :
- ⇒ L'économie locale, l'emploi et la cohésion sociale. Le monde agricole serait le premier bénéficiaire : préservation des terres agricoles et maintien de marchés vis-à-vis de leurs clients (industries agroalimentaires, agriculture biologique...). Le commerce de proximité et indépendant s'en trouverait conforté par l'abandon d'éventuels projets commerciaux périphériques.

Le développement des activités de proximité conforterait l'emploi local et à fort potentiel de main d'œuvre. L'emploi et la cohésion sociale (plus de convivialité, plus de mixité sociale) seraient renforcés par ces mesures.

Le tourisme local et l'attractivité globale de la région (maintien des paysages ruraux) seraient amplifiés.

La diminution de la place donnée à l'automobile par une offre plus large en transports en commun accentue la mobilité des personnes non motorisées et augmente leur capacité à trouver un emploi (et à s'y rendre dans de bonnes conditions).

- ⇒ La santé. Plus de marche et de vélo, moins d'automobiles et de camions : la santé s'en trouve améliorée avec à la clé des économies de finances publiques. La qualité de l'air est meilleure, les nuisances sonores diminuent.
- ⇒ La qualité de vie. Moins dépendants de l'automobile, la qualité de vie s'améliore (les modes alternatifs rendent plus autonomes les scolaires vis-à-vis de leurs parents sur le chemin de l'école par exemple). Plus de temps pour soi est synonyme de davantage de cohésion sociale.

Rendre les déplacements piétons et cyclistes et les transports en commun réellement plus performants que l'automobile

CONTEXTE

Un système urbain qui crée une hyper dépendance à l'automobile

Les politiques d'aménagement urbain ont façonné notre mobilité

Depuis la seconde guerre mondiale, en France comme en Europe, la démocratisation de l'usage de l'automobile a été encouragée par un contexte de forte croissance économique, le développement de l'industrie automobile, de grands investissements en infrastructures routières et autoroutières et un pétrole abondant et bon marché.

La ville s'est étirée de plus en plus, le long des axes routiers, autour des échangeurs, des zones commerciales et économiques et des espaces résidentiels de plus en plus distendus. Etalement urbain et avènement de l'automobile sont extrêmement corrélés. Ceci a été facilité par les politiques d'aménagement urbain de ces dernières décennies⁴⁶.

La ville d'après-guerre s'est profondément adaptée aux flux routiers : aménagement d'artères jusqu'aux centres anciens où se concentrent activités et services, parcs de stationnement ... Est né un système urbain davantage adapté à l'automobile rendant par conséquent son usage efficace et commode.

Cette adaptation s'est réalisée au détriment des autres modes tels le tramway (pour partie abandonné dans les années 1960-70), le vélo (division par 4 de son usage en 40 ans sur la métropole lilloise⁴⁷) et la marche à pied.

Les conséquences de la suprématie automobile

Cette augmentation continue de l'usage de la voiture entraîne de nombreuses conséquences :

- une saturation des infrastructures routières notamment aux heures de pointes⁴⁸,
- sous l'effet de l'étalement urbain, les distances parcourues en voiture s'allongent (+27% dans le périurbain du territoire de Lille Métropole de 1987 à 1998⁴⁹),
- un coût élevé pour la collectivité ainsi que pour les particuliers : augmentation du coût global de l'usage d'une voiture,
- une discrimination sociale. Certains secteurs comme les banlieues ou la campagne, insuffisamment pourvus en transports en commun, sont difficiles à vivre sans voiture, notamment en ce qui concerne l'accès à l'emploi. Par ailleurs, le coût élevé de l'usage de la voiture représente un réel poids financier pour les populations les moins aisées. Il devient un facteur discriminant en terme de droit à la mobilité et contribue à une certaine ségrégation spatiale où chaque territoire n'est plus accessible à tous ;
- une inégalité face à la mobilité entre centre et périphérie. En centre-ville, le nombre de ménages sans voiture⁵⁰ augmente constamment, les centres-villes étant mieux desservis en transports en commun et plus proches des commerces et des services. Une dualité des comportements de mobilité apparaît, suivant que l'on habite le centre ou la périphérie ;
- la pollution et une contribution croissante à l'effet de serre. L'utilisation croissante de la voiture ou du transport par camion contribue toujours plus au dérèglement climatique (23% des émissions européennes de CO₂ en 2004 et 35% des émissions nationales de CO₂ en 2003)⁵¹, à l'augmentation des

⁴⁶ European Environment Agency, 2006, *Urban sprawl in Europe – The ignored challenge*, 60 p.

⁴⁷ Enquête ménages déplacements, 1998.

⁴⁸ Les infrastructures routières ne sont dimensionnées que pour 15h d'usage par semaine en moyenne. Ce qui correspond aux heures de pointe en dehors desquelles il y a peu de trafic. Source enquête ménages déplacements de Lille Métropole Communauté Urbaine 1998.

⁴⁹ Enquête ménages déplacements de Lille Métropole Communauté Urbaine de 1998.

⁵⁰ Enquête ménages déplacements de 1998.

⁵¹ *Annual european community greenhouse gas inventory 1990-2004 and inventory report 2006 – technical report N° 6/2006*. European Environment Agency.

maladies respiratoires⁵² liées aux autres polluants (CO, Nox⁵³) et une pollution sonore accrue⁵⁴. Le poids croissant des voitures, le recours à la climatisation et l'allongement des distances parcourues ont tendance à annuler l'efficacité énergétique rendue possible par les progrès apportés à la motorisation.

Hélas les Plans de Déplacements Urbains sont restés facultatifs (PDU) suite à la loi sur l'air de 1992, et laissés à l'initiative des maires. C'est pourquoi le système automobile reste encore aujourd'hui prédominant car la voiture a gardé ses privilèges : efficace, pratique et rapide.

Face au défi du changement climatique, il s'avère impératif de limiter l'usage de l'automobile et d'offrir une alternative efficace et enfin concurrentielle.

Les freins au développement des autres modes de déplacement

Les limites actuelles des transports collectifs Aujourd'hui, les modes de déplacements alternatifs à la voiture souffrent d'inconvénients majeurs qui empêchent ou limitent le changement de comportement de mobilité.

Les secteurs périurbains et ruraux, moins pourvus en « clients potentiels » que la ville, ne bénéficient pas d'un service de transports collectifs suffisamment performant pour concurrencer l'automobile. Ainsi, la périphérie immédiate des agglomérations se caractérise par une desserte peu fréquente et imposant des trajets longs à parcourir pour se déplacer (39 minutes en moyenne pour les transports en commun contre 16 minutes pour tous les modes confondus en 1998) sur la métropole lilloise.

D'autres facteurs nuisent à la performance et à l'attractivité du réseau de transports en commun : des plages horaires réduites le week-end et quasiment absentes la nuit, un jalonnement des feux tricolores qui leur est défavorable et des problèmes de ponctualité (cas des bus retardés par les embouteillages) ou le sentiment d'insécurité.

A cela s'ajoutent des difficultés de mise en cohérence des correspondances entre les différentes Autorités Organisatrices des Transports (transports urbains, SNCF, réseaux départementaux de bus, ramassage scolaire...) et une vision réduite de l'intermodalité et de la tarification. Imposer à l'utilisateur de se munir de plusieurs titres de transport sur un même trajet (ex : bus+TER) contribue à alimenter l'idée du coût élevé des transports en commun⁵⁵.

Une autre limite peut être aussi culturelle. Les déplacements sont culturellement considérés comme relevant de choix individuels mobilisant autant que possible un véhicule motorisé, à savoir la voiture, et connoté d'une forte impression de « liberté ».

Comme indiqué dans le volet « transport » du chapitre « Cadrage et résultats globaux », il est tout de même intéressant de noter qu'au dessus d'un certain niveau de densité, on abandonne spontanément la voiture au profit de la marche, du vélo et des transports collectifs.

Le vélo, un fort potentiel mais une place rendue marginale La place actuelle du vélo est marginale (2,5% des déplacements en 2006 dans la métropole lilloise par exemple)⁵⁶. Ce mode représente pourtant de grandes potentialités de développement : sur la métropole lilloise, la moitié des déplacements en voiture font moins de 3,2km⁵⁷.

La création de bandes et de pistes cyclables se systématisent mais un manque de cohérence, de lisibilité et de sécurité du réseau persiste. Les places de stationnements vélo à domicile ou à destination, la restriction du transport du vélo dans les transports en commun, l'absence de lieux de proximité pour de petites réparations et une absence de fiscalité incitative sont souvent les chaînons manquants pour un réel développement d'une filière vélo.

⁵² Etudes air et santé « 9 villes » dont Lille Métropole Communauté Urbaine réalisée par l'institut de veille sanitaire en 2002.

⁵³ Composés organiques volatiles, monoxyde de carbone, oxyde d'azote, particules en suspension...

⁵⁴ cf. chapitre Transports.

⁵⁵ A ce sujet, voir chapitre Transports.

⁵⁶ Lille métropole communauté urbaine, enquête ménages déplacements de 2006 sur le territoire de Lille Métropole Communauté Urbaine.

⁵⁷ D'après l'enquête ménages déplacements de 1998, dans Lille métropole communauté urbaine, 50% des déplacements automobile font moins de 3,2 km (le vélo est largement concurrentiel) et la longueur moyenne d'un déplacement en voiture est de 5,2km.

Un partage de la rue difficile

Le partage de la rue ne se fait pas suffisamment au profit des modes alternatifs à l'automobile. La largeur de la rue n'est pas extensible à l'infini. Développer le transport en commun, donner plus de place aux déplacements piétons ou cyclistes demandent nécessairement de partager la largeur de chaussée. La place accordée jusqu'alors à l'automobile, nécessairement, diminue, ce qui n'est pas sans poser des conflits d'usage...

Ainsi dans les centres, les espaces publics piétons se multiplient, les voies automobiles diminuent au profit des couloirs bus, du tramway et des aménagements cyclables. Le partage entre les modes se réalise souvent en gagnant de l'espace sur le stationnement. Mais la réduction de la capacité de stationnement doit faire face à une opposition régulière :

- celle des commerçants craignant que leur clientèle leur soit trop éloignée et minimisant le rôle des piétons et des cyclistes sur le dynamisme du commerce en centre ville⁵⁸ ;
- celle des riverains qui ont quelques difficultés à voir disparaître devant chez eux la place de stationnement qu'ils utilisaient quotidiennement plutôt que leur stationnement privé.

L'une des solutions réside en la multiplication de pôles d'échange « hors centre » permettant aux usagers de venir en centre ville sans voiture.

Reste encore la crainte des élus locaux qui voient dans les embouteillages une érosion de leur cote de popularité.

Un déficit d'image pour les modes alternatifs à la voiture

La voiture a pendant longtemps bénéficié d'une image positive, encouragée par une omniprésence publicitaire où sont véhiculés les messages de puissance, de liberté et de confort. A l'inverse, les images sont pratiquement absentes ou pas aussi glorieuses pour les transports publics et le vélo.

Un atout : l'opinion publique

En matière de déplacements urbains, bien souvent les élus se méprennent sur l'opinion des habitants⁵⁹. La population est bien souvent plus favorable à une réduction de l'usage de la voiture en ville. C'est le « lobby » automobile au sens large⁶⁰ (les commerçants, les grands utilisateurs de la voiture tels que les milieux d'affaires, les professions libérales, les chauffeurs de taxis, les salariés de la filière automobile ...) qui influence, sans pour autant être majoritaire, les décideurs.

LES ACTIONS A METTRE EN ŒUVRE

Tendance générale à mettre en œuvre

Pour réduire les émissions de CO₂, il faut notamment agir sur la réduction de la dépendance à l'automobile. Aussi, pour réduire cette dépendance convient-il de rendre plus rapides les modes alternatifs à la voiture. L'une des conditions en ville est de diminuer la vitesse automobile de « porte-à-porte » (c'est-à-dire entre le point de départ et le point d'arrivée de l'utilisateur).

La condition de réussite est d'instaurer un système alternatif de transport écologique associant étroitement la marche, la bicyclette et les transports collectifs⁶¹. Concrètement, plus les transports alternatifs seront accélérés et plus le trajet automobile sera ralenti, plus l'incitation de se reporter sur les autres modes sera grande. Il en découle une diminution du trafic automobile pour une vitesse globale « porte à porte », tous modes confondus, équivalente.

Propositions d'actions

1. Mener des campagnes de communication

Contenu

Il est indispensable de créer une véritable nouvelle culture de la mobilité en redonnant une image attractive aux transports en commun et au vélo et en réduisant l'omniprésence publicitaire de la voiture individuelle.

⁵⁸ Les piétons et les cyclistes dynamisent les commerces de proximité d'après une étude réalisée par la Fubicy <http://www.fubicy.org/>

⁵⁹ Jean-Marie Guidez du CERTU et Anne Meyer de l'UTP en 1999. Lors d'un sondage, à la question « à votre avis, faut-il limiter l'usage de la voiture afin d'améliorer la circulation en ville ? Le grand public répond oui à 72%, les maires oui à 68% et le grand public vu par les maires à 27%.

⁶⁰ Héran F, 2000, « Pourquoi les maires se trompent sur l'opinion de leurs administrés » in *Transports urbains*, n°102, pp. 13-20.

⁶¹ Héran F, 2001, Cahiers lillois d'économie et de sociologie, n°37, pp61-86.

Des campagnes de sensibilisation pourront être menées sur les modes doux en matière de santé⁶², de sécurité, de dynamisme du commerce de proximité, de protection de l'environnement et d'économie financière.

Toutes les formes de mutualisation de l'usage automobile méritent d'être valorisées. Les campagnes d'information ou de formation seront un moyen aussi d'apporter de vraies précisions sur les idées préconçues concernant la place et le rôle de la voiture et sur les conditions de succès des alternatives.

L'effort est à porter aussi sur le respect mutuel nécessaire à garantir entre les différents usagers de la rue.

Redonner une image positive des modes doux et des transports collectifs implique parallèlement de réglementer davantage la publicité, en lui imposant au minimum le respect des lois existantes. La publicité de voitures énergivores, utilisant la climatisation, devrait aussi être sévèrement réglementée voire interdite au regard de la loi sur l'air de 1995.

Acteurs concernés

⇒ Etat (différents ministères santé, transports, éducation...), Centre d'étude et de recherche sur les transports urbains (Certu), collectivité locale, EPCI et associations d'usagers.

Les publics visés par les campagnes sont d'horizons très divers : les scolaires, les citoyens, les élus et les acteurs de l'aménagement et des transports. Les approches seront adaptées à chacun d'eux.

2. Rendre performants les modes alternatifs à la voiture, mettre fin à la dépendance automobile⁶³

Contenu

2.1. Modérer la vitesse moyenne automobile de « porte à porte »

Sur un trajet, du lieu de départ à l'arrivée, nous empruntons différents modes : la marche depuis la maison jusque la voiture, la voiture, la marche depuis le stationnement jusqu'au bureau par exemple. Pour inciter à l'usage des modes autres que l'automobile sur ce trajet, les conditions de son stationnement doivent être moins attractives et plus contraignantes (par exemple, un stationnement plus éloigné de la destination finale). Au contraire, les conditions d'usage des autres modes doivent être améliorées (stationnement vélo proche et gardienné, cheminement piéton large etc.).

La condition *sine qua non* de la modération de la vitesse automobile de « porte à porte » est :

- d'abandonner toute nouvelle création de parcs de stationnement en ouvrage ou de surface ; exceptés les projets qui encouragent à des pratiques multimodales (parcs à proximité des pôles d'échanges, gares, entrée de villes...) ;
- garder la maîtrise publique de la gestion du stationnement des parcs en ouvrage et utiliser la tarification comme un levier supplémentaire d'action ;
- en milieu urbain, réduire le nombre de places de stationnement : au profit de plantations pour améliorer la qualité de l'air et le cadre de vie ainsi que pour le confort climatique d'été ; au profit des stationnements vélo et des déplacements piétons et au profit de services de livraisons, services à la personne, taxis, personnes à mobilité réduite... ;
- une réglementation locale plus poussée en matière de stationnement par logement (Plan Local d'Urbanisme). Une place de stationnement par logement maximum pourrait être fixée en milieu urbain, avec des restrictions plus fortes dans les périmètres de 500 mètres à proximité des arrêts de transports en commun.

Acteurs concernés

⇒ Etat, collectivités locales, EPCI

Cette volonté de la réduction de la vitesse automobile est une pratique déjà effective notamment à travers la mise en œuvre des Plans de Déplacements urbains. Cependant, l'approche doit être généralisée par une intervention de l'Etat sur la

⁶² Jean Luc Saladin, médecin généraliste, directeur de thèse au sein de l'université de médecine de Rouen : selon lui, la pratique du vélo diminue les risques de maladie. (-40% face à l'infarctus, -30% face aux dépressions nerveuses et -80% face à l'obésité). http://www.temoignages.re/article.php3?id_article=1670

⁶³ Pour les mesures plus spécifiques aux relations dites « interurbaines » (entre villes, à l'échelle d'une région), cf. également le chapitre Transport. Dans le présent chapitre « Urbanisme », sont surtout explicitées les propositions de politiques publiques appliquées aux déplacements « urbains » (à l'échelle d'une agglomération).

réglementation de la circulation routière.

3. Organiser un réseau cohérent et efficace de transports en commun

Contenu

3.1. Développer de nouvelles infrastructures de transports en commun sur l'ensemble de la région⁶⁴

Il est indispensable que les collectivités inscrivent sur le long terme un schéma de développement des transports collectifs ambitieux, cohérent et intermodal sur l'ensemble de la région.

Basées sur le réseau ferroviaire existant, les actions viseront à :

- moderniser et renforcer les infrastructures existantes : doublement de voies, électrification...
- structurer l'organisation urbaine et l'intermodalité à partir des pôles d'échanges (rabattement des lignes de bus, urbanisation près des gares...),
- développer les réseaux de bus, les tramways et le métro en fonction des lieux de forte densité de population.

Ensuite il convient d'apporter une offre nouvelle là où elle n'existe pas : projet tram-train, tramway, réalisation de nouvelles voies ferroviaires locales (et non TGV), transports de périphéries à périphéries et fixer des objectifs croissants de création de lignes de bus en site propre d'ici 2010 – 2020, création de plates-formes logistiques de dépôts de marchandises pour livraison par petits véhicules ou triporteurs⁶⁵.

3.2. Conforter l'intermodalité autour des arrêts de transports collectifs

La véritable intermodalité du système de transports en commun s'opèrera par les actions suivantes :

- mettre en cohérence et coordonner les actions menées par les autorités organisatrices des transports (AOT) qui exercent leurs compétences sur leur territoire respectif,
- autour des gares et des pôles d'échanges, systématiser la présence de parcs relais (avec stationnement gratuit moyennant un titre de transport), de stationnements vélos sécurisés et couverts (longue et courte durée) et un système de location de vélo. Des lignes de bus convergentes (rabattement) sont à développer ;
- pour les territoires les plus éloignés des transports en commun, assurer une offre complémentaire ponctuelle (taxi, mini bus collectifs, transport à la demande).

3.3. Améliorer la qualité, la capacité et le cadencement des transports en commun

Le « report modal » de la voiture aux transports collectifs ne se réalisera que si ces derniers sont réellement plus compétitifs que l'automobile. Pour ce faire, il est nécessaire que l'offre de transports en commun soit un service public continu, tous les jours de la semaine, avec un cadencement accru et des capacités plus importantes du matériel.

3.4. Gratuité des transports urbains : éléments de débats

La gratuité des transports urbains pourrait être envisagée par un financement sous forme d'un impôt local auprès des entreprises (comme déjà actuellement avec le versement transports) et des habitants ou une réorientation forte des budgets des collectivités en ce sens. La gratuité permet notamment de dégager des économies d'exploitation (distributeurs, contrôleurs ...); à ce titre, elle est particulièrement adaptée aux agglomérations de taille modeste⁶⁶. Des tarifs et des formules attractives pour les touristes sont à généraliser (forfaits tous transports confondus pour courts séjours par exemple).

Cependant, la gratuité n'est pas la solution miracle : elle peut renforcer la mobilité des usagers sans provoquer de changements chez les automobilistes si des contraintes fortes ne sont pas mises en place..

⁶⁴ Pour plus de détails, cf. chapitre Transports

⁶⁵ Ceci est déjà expérimenté par la société Vélocom avec le Port de Lille.

⁶⁶ Comme par exemple pour la municipalité de Châteauroux. PEIRON D, 2007, « La gratuité des transports », *un choix parfois économique*, La Croix, 26 janvier.

Cette question demande un large débat ouvert à tous les acteurs et citoyens.

- Pourraient être mis en place à l'échelon des Communes, Communautés de communes, Communautés urbaines, voire à l'échelon départemental, les éléments d'un réel débat autour de la gratuité des transports collectifs. L'objectif serait que la population puisse s'approprier les enjeux d'un changement de comportement et, le cas échéant, permettre des essais allant dans ce sens, à l'image de différentes villes françaises comme Gap par exemple.

3.5. Clarifier la signalétique dans les sites intermodaux et l'information

Autre action à envisager : clarifier la signalétique et l'information pour rendre plus lisible l'offre de transports alternatifs à l'automobile. Ceci concerne :

- le rabattement automobile vers les parcs relais : signalétique routière spécifique depuis les villes et villages situés à moins 10 minutes en voiture du pôle intermodal le plus proche,
- le jalonnement (signalétique) des itinéraires cyclables dans un rayon de 10 minutes (deux kilomètres environ) autour d'un arrêt de transports en commun,
- la signalétique piétonne dans un rayon de 500 mètres (5 à 10 minutes) autour du pôle intermodal.

Au niveau des stations, il s'agit de systématiser la présence de plans de situation de quartier, de cartes du réseau de transports en commun, grille horaire... Les pôles intermodaux d'une certaine envergure peuvent aussi proposer un point d'information permanent⁶⁷.

Acteurs concernés

- ⇒ Etat, SNCF, Réseau Ferré de France (RFF), collectivités locales, Région, Autorités Organisatrices des Transports, concessionnaires, associations d'usagers des transports (FNAUT) et du vélo (ADAV, Fubicy...).

4. Développer un réseau cyclable et piéton sécurisé et convivial

Contenu

4.1. Définir des périmètres d'accessibilité à vélo de 1,5 à 2 km autour des gares et des pôles d'échanges

Pour planifier l'urbanisation et l'organisation intermodale, il est nécessaire de fixer des périmètres dans lesquels il sera très aisé de se rendre à vélo aux transports en commun. L'objectif : faciliter les correspondances vélo/transports en commun.

Ces périmètres ont un rayon de 2 kilomètres, ce qui correspond à un trajet de 5 à 10 minutes à vélo. Ce temps semble être le maximum pour envisager un transfert vers un transport en commun.

Pour y encourager l'usage du vélo, des aménagements spécifiques sont prévus afin de rendre agréable et le plus court possible le cheminement cyclable.

4.2. Mettre en place un réseau cyclable à grande échelle pour les liaisons interurbaines

Les collectivités compétentes en matière de transports et de voirie doivent afficher des objectifs clairs en nombre de kilomètres de réalisations d'ici 2015.

Pour rendre efficace un réseau cyclable, il est indispensable :

- de concevoir le réseau suivant le plus court chemin,
- de supprimer et atténuer les coupures urbaines liées aux infrastructures routières et ferroviaires,
- de garantir un réseau continu, cohérent et confortable (choix de revêtement),
- de garantir un éclairage public ou de mobilier réfléchissant,
- de sécuriser le réseau cyclable par les priorités au carrefour, la modération de la vitesse, un réseau cyclable dissocié sur les grands axes routiers,
- d'intervenir sur la signalétique, le jalonnement et la présence de plans de localisation,
- de garantir un stationnement sécurisé et abrité de porte à porte : à destination (gardiennage, abonnement, consigne...) et à domicile.

⁶⁷ Il est à noter que ces propositions se rapprochent de celles d'autres instances de la société civile tel le Conseil de développement de Lille métropole.

- d'adapter les règles locales d'urbanisme. Les règlements d'urbanisme ont à prévoir des contraintes de stationnement, tant pour les bâtiments d'activités que pour les habitations. Dans les secteurs à plus de 500 mètres d'un arrêt de transport en commun, il peut être envisagé une place de stationnement « vélo » obligatoire par personne dans toute nouvelle construction et ce au plus près des portes d'accès des logements collectifs. Dans le bâti ancien, le stationnement vélo est à prendre en compte dans la mesure du possible, lors de toute réhabilitation.

4.3. Partager la rue au profit des modes doux : allier pédagogie et fermeté

Le partage de la rue doit privilégier les activités riveraines (commerces, animations, loisirs pour les rues d'habitations) par l'aménagement de places publiques, de larges trottoirs ou de zones conviviales où trottoir et rue sont confondus.

Les rues et axes principaux sont aménagés pour privilégier la fonction de circulation selon la hiérarchie par ordre décroissant d'importance : piéton, cycliste, transport en commun et voiture.

Le stationnement alimente la circulation et pose de nombreux conflits piétons/auto (obstacle visuel ...) et cycliste/auto (portière qui s'ouvre, manque de stationnement vélo...). La largeur de rue n'est pas extensible. Supprimer des places de stationnement, lorsque la rue est trop étroite, au profit des autres modes sera une nécessité.

Ceci entraînera de vives contestations. Certains riverains réagiront puisque contraints de stationner peut être un peu plus loin. D'autres se verront contraints de stationner de nouveau leur automobile dans le garage qui était devenu, au fil du temps, une pièce de rangement supplémentaire pour la maison. Certains commerçants craindront que le changement voire l'éloignement de places de stationnement dissuadera peut-être leur clientèle.

Dans ces conditions, les responsables locaux, élus et techniciens devront user de pédagogie alliée à une certaine fermeté pour concrétiser le réel partage de la rue. Les associations d'usagers et de défense de l'environnement ont leur rôle à jouer (notamment lors des réunions publiques) pour maintenir ces objectifs.

4.4. Accorder une large place aux secteurs piétons et cyclables en centre et dans les périmètres d'accessibilité de 500 mètres autour des arrêts de transports en commun

Les périmètres de 500 mètres (5 à 10 minutes de marche) feront l'objet d'une attention particulière sur la qualité de l'espace public (abaissement de bordure, lisibilité..) et sur l'aménagement du réseau de cheminements piétons et de trottoirs. Ces dispositifs sont déjà inscrits au Plan Local d'Urbanisme de Lille Métropole Communauté Urbaine par exemple.

Acteurs concernés

⇒ Collectivités locales, communes, EPCI, associations

Des études réalisées par les institutions ou des associations expertes dans le domaine existent : c'est une opportunité à saisir (exemple : Fubicy, Adav ou collectivités).

5. Etablir un nouveau code de la route, suivant l'exemple belge du code de la rue⁶⁸

Contenu

Créer un code de la rue en s'inspirant du code de la rue belge revient à repenser le rapport des usagers sur la route. Par rapport à la hiérarchie existante, les rapports sont inversés. Le piéton est prioritaire sur tous les autres modes et doit veiller sur les personnes les plus vulnérables (personnes âgées, personnes à mobilité réduite, enfants..) Le cycliste est prioritaire sur la voiture et doit veiller à accorder la priorité aux piétons, ensuite viennent les transports en commun et en dernier lieu le transport individuel motorisé.

Un exemple de mise en œuvre : le contre-sens cyclable (ville de Illkirch-Graffenstaden en France près de Strasbourg). Quand un tel contre-sens est rare dans une ville, il pose des problèmes de sécurité, l'automobiliste n'étant pas habitué à croiser un cycliste dans une rue à sens unique. Généraliser les contre sens cyclables peut s'avérer dans ce cas être le meilleur moyen d'éviter toute mauvaise surprise d'un automobiliste face à un cycliste, l'automobiliste étant devenu habitué à de telles situations.

Il s'agit aussi de donner la priorité, aux feux, pour les piétons et les cyclistes.

⁶⁸ <http://www.ibsr.be/dispatch.wcs?uri=715785153&action=viewStream&language=fr> – accès janvier 2007

Acteurs concernés ⇒ Etat, collectivités, citoyens, services techniques, Fubicy, CERTU, associations d'usagers, de la prévention routière.

6. Développer une filière économique vélo

Contenu Le développement d'une véritable filière du vélo est indispensable et doit relever du secteur privé comme du secteur public.

Le secteur public peut s'y investir en menant les actions suivantes :

- associer des stages de pratique du vélo au permis de conduire,
- créer un service public de prêt/location de vélo (ex. : dans les universités, pour la ville dans sa totalité...) et d'atelier ou de borne pour les petites réparations et de gardiennage de vélo près des arrêts de transports collectifs,
- encourager financièrement la création et l'implantation judicieuse des magasins de vente de vélo et d'accessoires (charrette pour enfants, porte bagages...), accessible en transports en commun. Améliorer l'information sur l'existence de tels matériels ;
- créer à grande échelle des services de gardiennage de vélos en ville,
- imposer dans la réglementation locale ou nationale l'installation de douches en entreprises et administrations.

Pour le secteur privé :

- proposer un service de réparation et de révision des vélos des particuliers,
- développer les services de vélo taxi, livraisons à vélo (telle l'entreprise lilloise « Vélocom »), triporteurs en liaison avec les parkings relais, cyclotourisme, hébergement accueillant les clients avec leur vélo...

Ces actions montreront le fort potentiel de création d'emplois que revêt le développement d'une filière vélo en région.

Acteurs concernés ⇒ Etat, collectivités locales, entreprises, chambres de commerce et d'industrie

Une offre abondante en matière de services vélo contribue à l'efficacité, à la crédibilité et à l'image agréable, pratique et positive de la bicyclette.

L'Etat, par l'intermédiaire d'exonération de charge sociale ou à la baisse de la TVA pour les activités respectueuses de l'environnement, a les moyens d'encourager rapidement le développement économique des entreprises du vélo.

7. Organiser l'usage complémentaire et occasionnel de la voiture

Contenu Dans une politique « climat », la voiture est toujours présente mais elle n'est plus prédominante. Elle devient un maillon dans la chaîne des transports, au même titre que les autres modes, en cas d'absence d'alternative efficace. Son usage est plus occasionnel et davantage partagé⁶⁹.

Des réponses en terme de services publics, de services à la personne ou d'offre commerciale sont nécessaires.

7.1. Soutenir la création d'entreprises d'autopartage et valoriser les systèmes de covoiturage

Face à la restriction du stationnement sur l'espace public et d'une réglementation forte sur le stationnement privatif, il est nécessaire de proposer une mutualisation du stationnement par des systèmes d'autopartage implantés sur l'espace public.

Un service municipal recensant l'offre et la demande et permettant aux usagers d'avoir recours au covoiturage est à promouvoir (site Internet, service téléphonique ...).

Ces services seront particulièrement appréciés dans les secteurs ruraux.

7.2. Développer les parcs relais voitures aux abords des pôles de transports collectifs, en entrée de ville

Des périmètres d'accès automobile dans les zones rurales ou périurbaines peu denses restent possibles grâce à une signalétique et une organisation des routes et rues efficaces. Ceci favorise la convergence des automobilistes vers les parcs relais des pôles ou de gares multimodales accessibles gratuitement en échange d'un titre

⁶⁹ Pour les propositions plus fines au niveau des secteurs géographiques de la région, voir également le volet Transport du chapitre « Cadrage et résultats globaux »

de transport.

A certaines entrées de ville, en cas de déficit de pôle de transports en commun, des parcs de stationnement « de délestage » pourraient s'avérer nécessaires. Ils auraient pour fonction l'accueil et l'attente des bénéficiaires du covoiturage.

Il faudra veiller néanmoins à ce que la réalisation de ces parcs relais ne conduisent à un étalement urbain supplémentaire, les habitants pouvant avoir alors tendance à éloigner leur lieu de vie de leur lieu de travail.

7.3. Fixer des règles drastiques en matière de voiture propre pour la circulation en ville

Réserver progressivement la circulation en ville uniquement aux voitures les plus propres (hybride, électrique, gaz, éthanol) pourrait être envisagé. Ces décisions seraient prises par les municipalités ou les collectivités qui souhaitent aller plus loin en matière de limitation des émissions de CO₂ et de polluants.

Acteurs concernés

⇒ Etat, collectivités locales, EPCI, entreprises, CCI, citoyens, associations

La possession individuelle est fortement ancrée dans les mentalités. Mais le contexte actuel de prise de conscience du dérèglement climatique a tendance à modifier les comportements. La pédagogie auprès des citoyens notamment sur le coût global de l'usage et de la possession individuelle d'une voiture (4000 euros par an en moyenne) est un argument majeur pour inciter au changement.

8. Encourager les pratiques multimodales auprès des salariés des entreprises

Contenu

8.1. Généraliser les plans de déplacements d'entreprise

La loi solidarité et renouvellement urbain (SRU) de 2000 encourage les entreprises à mettre en place un plan de déplacements d'entreprise (PDE). Ces démarches visent à encourager les pratiques alternatives à la voiture par des tarifs préférentiels sur les abonnements de transports, la création d'un local vélo sécurisé, etc. (exemple de la Mondiale à Mons en Baroeul, secteur du Champ de Mars à Lille...).

Cette pratique ne doit pas rester une simple incitation mais devenir une quasi-obligation. La limitation du nombre de places de stationnements sur le lieu de travail couplée à une forte qualité de desserte par les transports collectifs constituent les conditions de réussite des PDE.

8.2. Systématiser la communication multimodale pour les manifestations telles que les séminaires, salons, colloques et les établissements accueillant du public

Il s'agit de systématiser les plans, cartes de situation et de localisation à différentes échelles où l'accessibilité tous modes de transports confondus sera indiquée (horaires, numéro des lignes de train, de bus, liens Internet, nom des arrêts, lieu de location de vélo, parking relais...) sous la forme d'une « fiche d'accessibilité multimodale »⁷⁰.

Cette communication doit être généralisée. Des équipements ponctuels tels que des offres de stationnement supplémentaire de vélos ou ~~un~~ jalonnement de l'événementiel depuis les arrêts peuvent être mis en place.

L'information multimodale comparative sera un atout supplémentaire puisque les visiteurs choisiront en connaissance de cause, le mode le plus écologique et économique.

Acteurs concernés

⇒ Collectivités locales, entreprises, équipement publics

9. Faciliter l'accessibilité à pied, à vélo et en transports en commun pour les écoliers

Contenu

9.1. Refonder la carte scolaire

Le découpage géographique actuel de la carte scolaire n'évolue pas nécessairement en fonction des critères d'accessibilité ou de répartition sur le territoire. Il convient d'encourager au maintien de petits établissements scolaires et surtout ceux bénéficiant d'une desserte en transports en commun ou de pistes cyclables en sites propres sécurisés

9.2. Mettre en place des pédibus ou vélobus

L'accompagnement à pied ou à vélo de l'enfant à l'école est l'occasion de réduire

⁷⁰ Le Ministère de l'Équipement et des transports de la Région wallonne propose un miniguide de la mobilité intelligente pour la réalisation d'une fiche d'accessibilité multimodale. <http://met.wallonie.be/opencms/opencms/fr/>

les émissions de CO₂, d'améliorer la santé des enfants par la pratique d'une activité physique régulière et de contribuer à leur autonomie.

Un pédibus ou un vélobus est un groupe d'enfants d'une même rue ou quartier, encadrés par des adultes, qui se rendent à l'école à pied ou à vélo. Le déplacement étant collectif, les conditions de sécurité sont renforcées par rapport à un déplacement individuel. La mise en place de pédibus ou de vélobus permet aussi une certaine forme d'éducation et de sensibilisation d'un comportement responsable dès le plus jeune âge. Les individus sont en première ligne pour mettre en œuvre ces actions. Le rôle des mairies et des associations est de les soutenir.

9.3. Promouvoir la marche, le vélo et les transports en commun dans les écoles

Il s'agit à la fois de garantir des équipements dans les écoles et collèges (garages vélo), à l'extérieur (aménagements cyclables, dépose-minute en voiture éloignés de l'entrée de l'école) mais également de prévoir des ateliers pédagogiques et pratiques. Les parents d'élèves peuvent être parties prenantes de ces démarches.

Acteurs concernés

⇒ Ministère de l'éducation nationale, des sports, collectivités locales, département, associations environnementales, d'usagers (ADAV), parents.

10. Localiser les activités, les logements, les services générateurs de déplacements en fonction des transports en commun

Contenu

La proximité des équipements de transports en commun par rapport aux habitations ou lieux publics est un atout incontournable. A 500 mètres autour des arrêts d'axes lourds de transports collectifs, les terrains accueilleront un maximum – acceptable – d'habitations et d'équipements. Une densité élevée de logements est indispensable puisqu'au delà de 500 mètres, il n'y a en général que 3 à 4% des gens qui utilisent les transports en commun.

Un périmètre de 300 mètres pourra être suggéré pour l'implantation des commerces et services de proximité, bâtiment accueillant du public (école, collège, lycée, service administratif, antenne médicale, halte garderie...).

Un périmètre de 1,5 à 2 km pour l'accessibilité à vélo pourrait être défini comme une zone d'urbanisation ponctuelle suivant le contexte périurbain ou rural concerné.

Enfin, l'implantation des activités et entreprises doit être pensée judicieusement en fonction du nombre de salariés, du nombre de visiteurs et de la nécessité d'avoir recours au transport routier, à l'instar de la politique ABC des Pays-Bas.

Un exemple aux Pays-Bas

La politique « ABC » développée aux Pays-Bas peut être une base de travail intéressante. Une planification efficace de l'urbanisation a été mise en place, en y adjoignant un objectif d'optimisation des transports collectifs et des modes doux. Ainsi, les plans d'urbanisme ont l'obligation de faire apparaître des zones prioritaires en fonction de la proximité des équipements⁷¹ :

- Emplacements A : près des gares situées dans les centres des villes, pour les activités impliquant de grands effectifs ou de nombreux visiteurs à l'hectare, comme par exemple les équipements accueillant du public (cinéma, administration, tertiaire, collège...)
- Emplacements B : des zones accessibles depuis les transports en commun et les infrastructures routières destinées à des activités qui nécessitent l'ambivalence des dessertes telles que les hôpitaux, zones de bureaux
- Emplacements C : des sites desservis par le réseau routier et autoroutier pour des activités consommatrices d'espace, générant peu d'emplois et de visiteurs à l'hectare mais ayant des exigences en matière de desserte routière pour les automobiles et les camions.

Acteurs concernés

⇒ Etat, collectivités locales et EPCI compétentes en matière d'urbanisme, d'aménagement du territoire et de planification

⁷¹ Notons la différence de contexte administratif aux Pays-Bas : la planification urbaine y est une compétence d'Etat et les sols sont pour la plupart propriété des municipalités. Ne pourrait-on pas s'inspirer du cas des Pays-Bas pour simplifier le « mille-feuille » administratif qui caractérise les institutions françaises ?

Autres actions à l'échelle nationale

Les mesures à prendre au niveau de l'Etat sont :

- d'ordre fiscal car visant à limiter la croissance du parc automobile et l'utilisation de l'automobile,
- soutien au développement des transports en commun : retour de l'aide d'Etat au développement des transports collectifs supprimée en 2003,
- vastes campagnes de sensibilisation à mener ou missions et les moyens correspondants à déléguer aux collectivités,
- exonération de charge sociale partielle ou d'une baisse de la TVA à accorder aux entreprises qui contribuent à une réduction des émissions de CO₂, directement (progrès technique) ou indirectement (promotion du vélo), mise en place de Plan de Déplacement d'Entreprise.

ANNEXES

Annexe 1 - Démocratie participative : libérer la citoyenneté !

| | |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Contexte | <p>Une politique d'économie d'énergie et d'efficacité énergétique a ceci de particulier qu'elle s'étend à l'ensemble des activités humaines, économiques et sociales. Longtemps laissé passif par le système fermé des productions centralisées d'énergie (nucléaire), le consommateur, qui est aussi un citoyen, participe et exerce ses droits⁷².</p> <p>Le champ d'action de l'efficacité énergétique n'est pas limité au secteur de l'énergie ; il s'étend à l'industrie, aux bâtiments, aux transports, aux engagements des consommateurs, aux modes de consommation. Tout ceci concerne la ville compacte.</p> <p>A titre d'exemple, l'Association Droit Au Vélo (ADAV, 1000 membres), à l'écoute des usagers, travaille en partenariat avec les collectivités pour les guider dans leurs choix d'aménagements cyclables et piétons.</p> <p>L'objectif aujourd'hui est bien d'inciter les citoyens à s'impliquer et à participer activement aux processus de concertation qui régissent les politiques et les projets d'aménagement urbain (futurs Schémas de Cohérence Territoriale – SCOT - et PDU notamment).</p> <p>L'effet « Nimby »⁷³ peut faire naître des contestations basées uniquement sur des intérêts particuliers et non collectifs. Cela ne doit pas affaiblir l'utilité et l'efficacité de la démocratie participative. Un effort de pédagogie et de responsabilisation de la part des associations est à mener peut-être en ce sens.</p> |
| | <p>1. Soutenir les associations d'usagers et de défense de l'environnement</p> |
| Contenu | <p>Pour ce faire, l'Etat et les collectivités locales doivent s'engager dans une politique forte de soutien financier et matériel aux associations de défense de l'environnement et d'usagers - citoyens.</p> |
| | <p>2. Rendre plus lisibles et accessibles les processus de concertation</p> |
| Contenu | <p>2.1. Réaliser des supports pédagogiques d'information dans les processus de concertation</p> <p>La concertation ne consiste pas à promouvoir un projet. La concertation doit se faire en amont des décisions, dès la préparation d'un projet. Elle ne doit pas uniquement procéder d'une « contrainte réglementaire » mais bien de la volonté d'associer les citoyens à la définition d'un projet.</p> <p>Un citoyen est ni un technicien, ni un expert dans le domaine de l'aménagement et de l'environnement. Pour donner son avis sur les projets, il doit bien les comprendre. La puissance publique doit donc particulièrement veiller à expliquer de façon lisible et pédagogique ses projets pour donner lieu à un échange fructueux et constructif avec la société civile.</p> <p>L'Etat ou les collectivités responsables des projets doivent réaliser, dans le cadre de leurs procédures de concertation, des supports d'informations pédagogiques et accessibles au citoyen.</p> <p>2.2. Créer une rubrique quotidienne « concertation » à la télévision régionale</p> <p>Une rubrique télévisuelle, de courte durée, pourrait être diffusée à une heure de forte audience, pendant les actualités du début de soirée. Elle présenterait les projets d'aménagement en concertation en cours sur le territoire, indiquerait le calendrier des enquêtes publiques, des réunions publiques, et les étapes de la concertation, etc.</p> |
| Contenu | <p>2.3. Présenter l'ensemble des choix possibles aux citoyens</p> <p>Les diverses propositions et solutions doivent être débattues, leurs avantages et inconvénients évoqués, la perspective du long terme, des incidences sur la vie des générations futures : autant d'éléments à prendre en compte lors de la concertation.</p> |

⁷² LAPONCHE B, 2003, Energie et développement durable : l'avenir est ouvert, dossier. 26 pages.

DESSUS B, GASSIN H, 2004, *So Watt ? L'énergie, une affaire de citoyens*.

⁷³ « Nimby : not in my back yard » ou « pas près de chez moi ».

Annexe 2 - Aménager des espaces et offrir des services publics moins énergivores

Construire des infrastructures et des aménagements d'espace public plus pérennes et moins énergivores

CONTEXTE

Aménager un village, une ville demande de l'énergie... plus ou moins. Le choix d'aménager une rue avec tel ou tel matériau, revêtement, éclairage, etc. va influencer sur les émissions de gaz à effet de serre lors de la phase de chantier et à l'occasion de son entretien ou de son renouvellement.

Le recours à l'énergie est au cœur de tout aménagement et chaque décision doit anticiper les impacts futurs non seulement lors de la conception mais surtout lors de l'usage, l'entretien et même la déconstruction.

A titre d'exemple, un parc de stationnement vêtu d'un revêtement goudronné va nécessiter davantage d'énergie pour sa réalisation qu'un parc de stationnement engazonné. La fréquence d'entretien ou de renouvellement de l'ouvrage est aussi un élément déterminant (30 ans pour un enrobé). Le choix de matériaux réellement adaptés aux besoins de l'ouvrage (ex. usage fréquent en journée, usage plus ponctuel ...) permet de limiter le bilan carbone des aménagements.

La gestion des eaux pluviales en ville peut, selon les procédés choisis, demander plus ou moins d'énergie (notamment électrique). Des études plus approfondies pourraient être menées en ce sens. Ainsi, seraient évaluées les consommations d'énergie nécessaires à la création et à l'entretien des dispositifs basés sur des techniques dites « alternatives » (fossés, revêtements poreux ou infiltrants, puits d'infiltration ...) au regard des consommations engendrées par les ouvrages centralisés gérant des volumes d'eau importants (bassins d'orage, stations de relevage etc.) et faisant davantage appel à des appareils électromécaniques.

Pour chaque décision, tous les paramètres sont à évaluer pour que le choix le plus pertinent, le plus adapté soit pris en toute connaissance de cause.

LES PISTES D' ACTIONS A METTRE EN ŒUVRE

- inciter à la mise en œuvre d'aménagements d'espaces publics les moins énergivores possibles, tout au long de leur cycle de vie ;
- limiter la construction d'ouvrages de gestion des eaux pluviales « centralisés » ;
- développer les ouvrages doux de gestion des eaux pluviales favorisant la gestion de l'eau au maximum sur place (tamponnement, infiltration ...) ;
- inciter à l'utilisation de matériaux réemployables et pérennes pour la rénovation et la construction des routes ; de revêtements favorisant la gestion de l'eau sur site : matériaux poreux, infiltrants ;
- inciter à l'utilisation (et la réutilisation) des matériaux locaux, de l'eau pluviale ;
- inciter les aménageurs à employer les techniques moins énergivores ;
- adapter le code des marchés publics afin de faciliter davantage le choix des solutions moins énergivores ;
- mettre en place une fiscalité adaptée (incitative).

Imposer des objectifs d'efficacité énergétique aux délégataires de services publics

L'exploitation des réseaux d'une ville (transports, éclairage, production et acheminement de l'eau potable, récupération et gestion des eaux pluviales ...), TOUT demande de l'énergie, particulièrement électrique. Afin de dégager des économies, les collectivités responsables de ces réseaux ont à améliorer l'efficacité énergétique des systèmes en place. Les domaines d'actions sont nombreux : parc de bâtiments économes, éclairage public, flotte de véhicules, transports collectifs, gestion des eaux pluviales, production d'eau potable, collecte des déchets....

Annexe 3 – Références bibliographiques

- European environment Agency, 2006, *Urban sprawl in Europe– The ignored challenge*, 60 pages
- Sivardière Jean (2007), *Espace urbain, transports et environnement*, Revue *Silence*, pp. 34-36, janvier.
- Wahlgren I. 2007, “Eco efficiency of urban form and transportation”, VTT Technical Research Center of Finland in European council for economic an energy efficient economy (ECEE), summer study
- European Environment Agency, 2006, *Annual european community greenhouse gas inventory 1990-2004 and inventory report 2006* – technical report N°6/2006..
- Allaire J (2006), « Choisir son mode de ville : formes urbaines et transports dans les villes émergentes », in *Cahiers de Global chance*, cahier n°21, mai, pp. 66-70.
- Credoc, 2004, « Etre propriétaire de sa maison, un rêve partagé, quelques risques pressentis », in *Consommation et modes de vie*, n°177, septembre. 4 p ages.
- Zelem MC, 2002, « MDE et société de consommation », pp 111-119 in *Cahiers de Global Chance, MDE et DD*, cahier n°16, novembre.
- La revue durable n°10 – avril, mai 2004. *Ecologie et emploi : un mariage de raison*.
- Dessus B, Gassin H, 2004, *So Watt ? L'énergie, une affaire de citoyens*.
- Héran Frédéric, 2002, « Commerce de centre-ville et vélo, des arguments méconnus », *Vélocité*, n°66, p. 14-17 ;
- Héran Frédéric, 2002, « Transporter ses achats à vélo », *Vélocité*, n°67, p. 16-19.
- Lille Métropole Communauté Urbaine, 1998, *Enquête ménages déplacements de 1998*.
- Héran F, 2000, « Pourquoi les maires se trompent sur l’opinion de leurs administrés » in *Transports urbains*, n°102, pp. 13-20.
- Héran F, 2001, *Cahiers lillois d'économie et de sociologie*, n°37, pp61-86
- Laponche B, 2003, *Energie et développement durable : l'avenir est ouvert*, dossier. 26 pages.
- Fouchier V, 1997, *Les densités urbaines et le développement durable : le cas de l'île de France et des villes nouvelles*, La documentation française, 209 p.
- Merlin P, Traisnel JP, 1996, *Energie, environnement et urbanisme durable*, PUF, QSJ, 127 pages
- Newman et Kenworthy (1989) *Cities and automobile dependance. An international source book*, Gower technical, Sydney.

Bâtiments : comment agir ?

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Bâtiment et énergie en Nord-Pas de Calais : état des lieux et enjeux | 2 |
| 1.1. Profil de la région Nord-Pas de Calais..... | 2 |
| 1.2. Tendances actuelles et à venir | 2 |
| 1.3. Réduire l’empreinte énergétique des bâtiments : les enjeux | 3 |
| 2. Le scénario Virage-énergie sur l’habitat et le tertiaire | 3 |
| 3. Quelles politiques mettre en œuvre pour aboutir au Virage-énergie ?..... | 4 |
| 3.1. La synthèse des propositions | 4 |
| 3.2. Particuliers, entreprises dans le scénario Virage-énergie : que se passe-t-il concrètement ? | 5 |
| Les mesures qui les concerneront | 5 |
| 3.3. Comment économiquement financer le programme Virage-énergie dédié aux bâtiments ?..... | 6 |
| Pour le particulier, des dépenses réalistes, des mesures d’aides faciles à mettre en place | 6 |
| Investir pour les économies de demain : quelques raisons du retard | 6 |
| Pourquoi le scénario Virage-énergie est bénéfique pour l’économie | 6 |
| Annexe 1 - Accompagnement des habitants dans la réhabilitation énergétique du logement social | 8 |
| Annexe 2 - Du logement social à haute performance énergétique pour contribuer au Facteur 4..... | 12 |
| Annexe 3 - Les gains passifs solaires et l’habitat bioclimatique | 14 |
| Annexe 4 - Performance énergétique : cinq labels à la française | 15 |
| Annexe 5 – Rénovation lourde des bâtiments : une proposition de solution « universelle » | 16 |

1. Bâtiment et énergie en Nord-Pas de Calais : état des lieux et enjeux

1.1. Profil de la région Nord-Pas de Calais

74% des logements datent d'avant 1975
82% du parc est composé de maisons individuelles

Au niveau des bâtiments, la région se caractérise par :

- un patrimoine bâti ancien, mal isolé et donc très consommateur d'énergie. Les logements construits avant la réglementation thermique de 1975 représentent 74% du parc de logements en 1999 (contre 63% en France)¹ ;
- une proportion élevée de maisons individuelles. 82% du parc de logements en superficie. Sur 1,4 million de logements, on compte 1,05 million de maisons individuelles. De plus, en 1999, près de 886 000 maisons individuelles dataient d'avant 1975, année des premières réglementations thermiques² ;
- un nombre plus élevé de personnes par ménage que la moyenne française. La région compte 1 491 000 ménages pour 4 millions d'habitants, soit 2,68 personnes par ménages (la moyenne française est de 2,2).

28% de l'énergie consommée, 22% du CO2

Les bâtiments (tertiaires et résidentiels) du Nord-Pas de Calais génèrent 29 % des consommations d'énergie régionales pour 22% des émissions de CO₂.³

Energie : 2/3 pour l'habitat, 1/3 pour le tertiaire

Cette proportion est bien moindre que la répartition française (45% de la consommation d'énergie), cette différence s'expliquant par le poids de l'industrie dans la région (50% des émissions).

Emissions en hausse constante

Les deux tiers des consommations d'énergie du bâtiment sont dues aux habitations, un tiers aux bâtiments tertiaires.

Avec les transports, les bâtiments constituent le secteur qui enregistre une hausse des consommations d'énergie et des émissions de CO₂ (+22% d'émissions de CO₂ ces quinze dernières années)⁴ en France. Ceci peut s'expliquer par : l'accroissement du parc, l'élévation du niveau de confort (appareils électroménagers) et l'apparition de nouveaux besoins (climatisation).

1.2. Tendances actuelles et à venir

Les tendances économiques, démographiques et de standard de confort, observées aujourd'hui et qui devraient se prolonger à l'avenir, influent sur la manière dont nous consommons et consommerons de l'énergie dans les bâtiments. Le scénario Virage-énergie a utilisé les mêmes déterminants que l'étude prospective nationale d'Enerdata en 2006⁵.

Parmi ces tendances, on peut noter celles qui déterminent particulièrement le scénario Virage :

- le développement du secteur tertiaire (85% d'activités tertiaires prévues en 2030 en Nord-Pas de Calais (comme en France). La poursuite de la tertiarisation de l'économie entraîne des conséquences (des mètres carrés supplémentaires à construire, la prise de repas à l'extérieur, l'augmentation de l'usage d'appareils électriques, etc.) qui ont pour effet la consommation de certains types d'énergie ;
- la décohabitation des ménages, avec augmentation du nombre de logements à construire et du nombre d'appareils électriques et de leur usage ;
- l'augmentation du nombre d'étudiants et de personnes âgées.

¹ INSEE in Région Nord-Pas de Calais – ICE, 2004, *Comment contribuer à l'échelle régionale à la lutte contre le dérèglement climatique ? Etude programmatique des instruments, méthodes et outils disponibles pour une mobilisation des acteurs régionaux*, Rapport final, Mars, 84 pages

² in Région Nord-Pas de Calais – ICE, 2004 – déjà cité.

³ Norener, bilan 2004.

⁴ Citepa/Inventaire Secten/Format PNCC, février 2006.

⁵ L'ensemble de la méthode et des hypothèses prises pour le chiffrage du scénario est présenté dans le détail au sein du chapitre « Cadrage et résultats globaux ».

Le scénario Virage-énergie s'inscrit dans cette réalité, les propositions qui en découlent répondent à ces enjeux.

1.3. Réduire l'empreinte énergétique des bâtiments : les enjeux

Réduire l'empreinte énergétique des bâtiments, y développer les énergies renouvelables, c'est par là que se concrétisera la division par 4 des émissions de CO₂ et le non renouvellement des réacteurs nucléaires.

Les démarches et les politiques qui participeront à cet objectif devront répondre aussi aux enjeux de notre temps :

- **enjeux sociétaux.** La généralisation d'un nouveau confort moderne avec un bâti, fortement isolé, orienté le mieux possible par rapport au soleil, doté d'une bonne qualité de l'air intérieur, un niveau d'éclairage naturel élevé, des équipements consommant un minimum d'énergie et pour cette énergie un maximum d'énergies renouvelables ;
- **enjeux sociaux.** L'enjeu est aussi la réduction des inégalités devant l'accès à l'énergie, dans un contexte de renchérissement du prix des énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon) et nucléaires⁶ ;
- **l'enjeu est enfin économique.** Les investissements sous-tendus par les travaux à engager s'élèvent à plusieurs centaines de milliards d'euros d'ici 2050. Force est de constater, là aussi, le retard de la France face à ses voisins européens. Les produits et équipements étrangers occupent déjà largement le marché français en matière de construction respectueuse de l'environnement. Les grandes enseignes de distribution de matériaux et matériels de bricolage préparent actuellement des « vitrines » de promotion des matériaux écologiques et de la qualité environnementale.
- **L'enjeu est environnemental.** La réhabilitation thermique des bâtiments est un moyen de réduire la contribution de la région à l'aggravation de l'effet de serre. C'est aussi un levier pour développer une filière d'écomatériaux et d'énergies renouvelables.

2. Le scénario Virage-énergie sur l'habitat et le tertiaire

Cette partie est décrite dans le volet « Habitat-tertiaire » du chapitre « Cadrage et résultats globaux » du rapport.

⁶ A ce sujet, l'enjeu social et des réponses possibles sont traitées dans les annexes 1 et 2.

3. Quelles politiques mettre en œuvre pour aboutir au Virage-énergie ?

3.1. La synthèse des propositions

| Les mesures phares à lancer | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Programme de constructions neuves à performances énergétiques élevées, avec révision systématique des normes tous les 5 ans</p> <p>Vaste programme de réhabilitation des bâtiments anciens d'habitat et de tertiaire avec exigences thermiques croissantes.</p> <p>Programme d'équipement de la région en réseaux de chaleur : objectif de 50% des bâtiments (habitations) et plus de 60% du tertiaire raccordés en 2050.</p> <p>Création de 26 Agences locales de l'énergie (ALE) d'ici 2010 et 4 autres d'ici 2015⁷</p> <p>Mise en œuvre d'accompagnement des habitants de logement social dans le cadre des démarches de réhabilitation à Haute performance énergétique⁸</p> <p>Vaste programme de sensibilisation et de formation à la culture environnementale et à la culture énergétique basée sur les économies d'énergie, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables : dès l'école primaire, puis à tous les niveaux de l'éducation et de la formation des professionnels de la production du cadre bâti (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises, industriels...)</p> | |
| Les autres actions ⁹ | |
| Etat | <p>Campagnes de sensibilisation et d'information auprès de publics cibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - particuliers : pour l'adaptation aux modes de vie moins énergivores chez soi et au travail ; - collectivités et administrations d'Etat : pour le lancement d'opérations et de comportements « exemplaires climat » ; - entreprises : pour adapter leurs outils à la demande de construction à basse énergie ; - collégiens, lycéens et étudiants pour mettre en valeur l'intérêt, l'utilité et la qualité des métiers du bâtiment. <p>Renforcement des moyens de contrôle du respect des normes thermiques (diagnostics de performance énergétique) : embauche de diagnostiqueurs thermiques, privés ou publics.</p> <p>Renforcer le crédit d'impôt : TVA à 0% sur les équipements performants installés aussi dans des constructions neuves (porter cette mesure au plan européen).</p> <p>Le mécanisme de calcul de la taxe foncière intégrera des éléments sur la performance énergétique des logements et de ses équipements de production d'énergie. Les propriétaires et les bailleurs pourraient être ainsi concernés.</p> <p>Création d'un plafond pour les charges locatives : incitation à l'investissement dans la performance énergétique du parc des logements sociaux par un plafonnement des charges (chauffage, eau chaude sanitaire, eau) perçues par le bailleur. Le plafond des charges est régulièrement abaissé permettant une vision à long terme des aménagements à consentir pour le bailleur.</p> |
| Région | Accélération de la création des filières économiques de la construction et réhabilitation haute performance énergétique. |
| Estimation des emplois créés | 7000 ¹⁰ sur une période de 45 ans (hors construction et maintenance des réseaux de chaleur). |

⁷ Cf. également chapitre Energies renouvelables

⁸ Cf. également annexe 1

⁹ Cf. les autres propositions concernant le bâtiment sur www.negawatt.org, notamment la proposition du Manifeste Négawatt.

¹⁰ Sur la base du ratio national établi par le scénario Négawatt.

3.2. Particuliers, entreprises dans le scénario Virage-énergie : que se passe-t-il concrètement ?

Les mesures qui les concerneront

Les énergies renouvelables équipent les bâtiments neufs et en réhabilitation

Pour le solaire thermique, cela passe par :

- l'installation de chauffe-eaux sur les maisons existantes,
- l'équipement des immeubles de logement collectif et du tertiaire, par des dispositifs de stockage solaire intersaisonniers¹¹,
- l'installation sur les maisons neuves de systèmes combinés contribuant au chauffage,
- la production d'eau chaude sur réseau de chaleur. Cela est aussi techniquement possible en récupérant, grâce à des tuyaux caloporteurs, la chaleur accumulée sous les centrales photovoltaïques.

Autant que possible, les opérations s'accompagnent aussi d'installation de centrales photovoltaïques sur les toits ou les surfaces artificialisées (exclusion des surfaces naturelles).

Réhabilitation de la Cité du Courghain à Grande Synthe : baisse de 50% des consommations de chauffage

La construction et la réhabilitation sont régies par des normes à exigences thermiques croissantes¹²

Comme le montre le chiffrage du scénario, les besoins en chaleur des bâtiments peuvent être divisés ainsi par deux d'ici 2050 (pour plus de détails, se reporter au chapitre « Cadrage et résultats globaux »).

L'expérience de la réhabilitation en haute qualité environnementale (HQE)¹³ de la Cité du Courghain à Grande Synthe permet de se rendre compte des potentiels d'économie qu'un tel chantier laisse entrevoir.

Le suivi des consommations de chauffage dans ces immeubles collectifs de logement social entre 1999 (avant réhabilitation) et 2005 (après intervention) nous montre que les consommations de chauffage ont chuté de 50%¹⁴. L'opération de réhabilitation considérée avait, à l'époque, fixé des niveaux d'exigence relativement élevés par rapport à la « pratique » alors communément adoptée. Mais les choix opérés auraient pu être bien plus élevés. Ceci montre bien que même si la chute des consommations paraît remarquable, le niveau d'exigence thermique n'était en rien plafonné par un éventuel potentiel technique. Dans l'hypothèse d'une réhabilitation thermique encore plus exigeante, des économies d'énergie plus substantielles auraient donc pu se réaliser.

Les ménages et les entreprises privilégient les équipements et appareils domestiques à hauts rendements¹⁵

Avec l'équipement progressif des ménages en appareils économes, on aboutit d'ici 2050 à environ 60% d'économies réalisées sur la consommation d'électricité spécifique actuelle dans l'habitat. Dans le tertiaire, les économies réalisées sont du même ordre. Au final ce sont 3300 GWh d'économisés.

Tous les usages sont concernés : éclairage, congélateur, réfrigérateur, lave-vaisselle, lave-linge et sèche-linge (ces trois derniers éventuellement mutualisés, comme les laveries des logements collectifs au Canada par exemple), TV, hi-fi, plasma – Lcd, DVD, ordinateurs, magnétoscope, etc. et les autres usages électriques (bureautique, auxiliaires de chauffage). Les veilles sont quant à elles progressivement supprimées. Les appareils de cuisson sont progressivement remplacés par des équipements électriques performants (type induction)¹⁶.

¹¹ Cf. Chapitre « Cadrage et résultats globaux »

¹² Cf. Chapitre Cadrage et résultats globaux, volet Habitat-tertiaire

¹³ Les principaux dispositifs techniques mis en œuvre dans cette réhabilitation HQE ont été : isolation par l'extérieur, mise en place de « vérandas » sur anciens balcons disposant d'une orientation inadaptée, isolation des toitures-terrasses, double-virage faible émissivité et installation de ventilation mécanique hygro-régulable.

¹⁴ Consommations de chauffage en 1999 : 2 169 077 KW/h ; en 2007 : 1 114 125 KW/h. Il est intéressant de noter que les niveaux de consommation actuels (105 KWh par m² habitable de consommation de chauffage) sont certes plus élevés que les normes actuelles pour le neuf actuel mais ont chuté par rapport au niveau précédent la réhabilitation (moyenne 1997-99 de 230 KWh par m² habitable de consommation de chauffage). Source des chiffres : Atelier EOS, Eric Stroobandt, Dunkerque, 2007.

¹⁵ Cf. Chapitre Cadrage et résultats globaux, volet Habitat-tertiaire

¹⁶ Les consommations unitaires et les taux d'équipement ainsi que les taux d'économies qui y sont appliquées sur des périodes de 5 ans se basent sur l'étude de scénario national de Facteur 4 sans renouvellement du parc nucléaire réalisée par

3.3. Comment économiquement financer le programme Virage-énergie dédié aux bâtiments ?

Pour le particulier, des dépenses réalistes, des mesures d'aides faciles à mettre en place

Pour un particulier, un investissement de 15 à 25 000 €

Selon les calculs du Collectif Isolons la Terre contre le CO₂¹⁷, validés par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), une rénovation globale et de qualité optimale d'un logement (isolation, vitrages, ventilation, production de chaleur et d'éclairage) intégrant les énergies renouvelables coûte entre 15 et 25 000€ par logement. Le montant de cet investissement peut être comparable à l'achat d'une seconde voiture dans un ménage. La différence avec ce dernier est que l'investissement se traduit par une diminution de la facture d'énergie jusqu'à 80 % et une valeur du logement rénové bien supérieure (ce qui le différencie, là, nettement d'un investissement dans une automobile).

On le voit : l'investissement nécessaire pour qu'un logement atteigne les normes « basse énergie », est réaliste et n'est pas démesuré. Diverses solutions sont possibles : prêt à taux zéro, aides directes de l'Etat, des collectivités territoriales...

Investir pour les économies de demain : quelques raisons du retard

En France, tous les logements sociaux construits ne sont pas aux standards énergétiques les plus performants. Pourquoi cette réalité tandis qu'en Allemagne les immeubles à très basse consommation d'énergie se généralisent ? Les bailleurs sociaux éprouveraient-ils des difficultés à intégrer dans le budget de leurs opérations les surinvestissements nécessaires à l'exigence climat ? Ou bien y a-t-il d'autres raisons qui freinent la recherche optimale de performance énergétique ?

Quelques éléments de réponse peuvent ici être apportés pour ouvrir le débat :

- le temps d'amortissement des investissements : d'une durée moyenne de 20 ans en France, il peut s'étaler de 30 à 40 ans en Allemagne ;
- le prix du foncier : pour un surcoût évalué de 5 à 20% pour garantir au futur immeuble de hautes performances énergétiques, la démarche « climat » n'est pas bien souvent le premier frein à l'équilibre financier des opérations immobilières. La principale difficulté paraît être davantage au niveau du prix du terrain dont le coût, extrêmement élevé, vient grever profondément le budget des opérations.
- une raison peut aussi être culturelle.. Par rapport à d'autres pays du Nord de l'Europe, les Français manquent de « culture environnementale »... Ils reconnaissent la nécessité d'économiser les ressources naturelles, à condition qu'elle s'accompagne d'économies financières... Il leur paraît inconcevable d'investir pour économiser. Ils raisonnent dans le court terme... - D'où l'échec du mouvement qui avait suivi les chocs pétroliers des années 1970, alors que la graine a continué de germer dans d'autres pays européens qui en récoltent aujourd'hui les fruits. Cette sensibilisation doit se faire dès l'école primaire... et se poursuivre sans relâche à tous les niveaux de l'éducation, et bien sûr de la formation des professionnels de la production du cadre bâti (Maîtres d'Ouvrage, Maîtres d'Oeuvre, Entreprises, Industriels, ...).

Pourquoi le scénario Virage-énergie est bénéfique pour l'économie

Un coût énergétique relocalisé

Dans le scénario Virage-énergie, les rénovations et constructions à engager d'ici 2050 au niveau des bâtiments suivent un rythme soutenu.

Le coût de production de chaque tonne équivalent pétrole (tep) est de l'ordre de 300 euros Au lieu d'être utilisé pour importer de l'énergie, cet argent pourra être injecté dans l'économie nationale (environ un tiers pour l'investissement et deux tiers pour l'emploi). Dans le rapport parlementaire « Energies renouvelables et développement local, l'intelligence territoriale en action », il est estimé que, pour chaque millier de tep non importée, entre trois et six emplois durables pourraient

l'association Négawatt. Remarque : les données négawatt de mise en œuvre sont décalées, ici, de cinq années. www.negawatt.org

¹⁷ Collectif Isolons la Terre : www.isolonslaterre.org/isolons.php



... et des emplois créés

être créés en France, sans compter les effets induits sur le reste de l'économie¹⁸.

En « relocalisant » le coût de l'énergie, le pays pourrait créer d'ici 2010 entre 30.000 à 60.000 emplois de proximité et jusqu'à 150.000 emplois en 2050, emplois par nature non délocalisables¹⁹.

¹⁸ Rapport Bellot C, et Juillard J.M., 2006, *Energies renouvelables et développement local, l'intelligence territoriale en action*, Sénat, séance du 28 juin 2006.

¹⁹ Rapport Bellot C, et Juillard J.M., 2006 - déjà cité.

Annexe 1 - Accompagnement des habitants dans la réhabilitation énergétique du logement social

Appropriation des technologies de la Haute Qualité Environnementale (HQE) par l'accompagnement des habitants dans la réhabilitation du logement social

Tiré d'un récit d'expérience (juin 2007)

1. Retour sur 3 ans d'expérience de mission de Gouvernance 2003-2006

En 2003, naissance d'un projet de développement durable une cité jardins à avec comme objectif la mise en œuvre d'un projet de réhabilitation HQE, avec les habitants d'une cité, composée de 73 logements sociaux et très sociaux.

Le partenariat établi avec la commune, le bailleur, la Communauté Urbaine, l'association gestionnaire et les habitants a depuis 3 ans, fonctionné sur un mode constructif. La région Nord-Pas de Calais et l'Agence d'Urbanisme de Lille Métropole ont été également partie prenante du projet.

Ce partenariat, en jouant sur la complémentarité des modes de faire, d'approche et les rôles de chacun, a été exemplaire.

La reconnaissance de la diversité et de la richesse des savoir-faire et des compétences de chacun des acteurs, a favorisé une montée en compétence collective.

Les objectifs visant l'amélioration de l'habitat et de la qualité du cadre de vie, déclinés selon les principes de la Haute Qualité Environnementale et les cibles du MIEL 21 (appel à projet LMCU - Mutualisation des Initiatives Eco-citoyennes Locales), ont permis d'aboutir à un projet de réhabilitation durable pensé et ajusté pour et par les usagers.

1.1 Un dispositif d'actions triennal (2003-2006)

Dans cette démarche globale de l'aménagement de la cité, le gestionnaire, avec le soutien de la ville, a favorisé les conditions d'une gouvernance, qui implique les habitants et les acteurs du territoire dans une démarche participative et partenariale, en vue de développer la cohésion sociale et l'adhésion des usagers à la démarche HQE.

Il convient sur ce point de rappeler que les habitants sont à l'initiative du projet, en interpellant qui de droit, sur « un mal vivre ». Les partenaires s'en sont saisis collectivement du problème posé pour faire émerger et valoriser une expression et des initiatives citoyennes.

Le gestionnaire a engagé dans ce cadre un dispositif spécifique d'accompagnement des habitants pour participer à la construction de réponses adaptées.

Le rôle central des habitants dans le travail d'étude a été essentiel en vue d'envisager les transformations qui répondent aux meilleurs usages, qui favorisent la réalisation d'économies de charges, et créent les conditions d'une dynamique sociale.

1-2 L'accompagnement des habitants à la mise en œuvre de démarches citoyennes

Des modes d'accompagnements personnalisés ont été organisés. Ils ont permis de créer les conditions d'une gouvernance durable et comprise par les habitants. Ils ont contribué à faire émerger et à accompagner des actions collectives. La mobilisation autour des actions a ravivé une conscience citoyenne et mis en valeur leur capacité à agir et intervenir sur les événements.

1-3 Actions réalisées

- Création d'un lien opérationnel entre les habitants et tous les acteurs du projet ;
- participation des habitants aux comités de pilotage de suivi du projet de réhabilitation HQE ;
- soutien à la création d'une association d'habitants pour accompagner l'adhésion du plus grand nombre au projet. L'objet de l'association consiste bien à accompagner le projet de la réhabilitation HQE de la cité et contribue à recréer du lien social ;
- réunions d'habitants mensuelles ;
- création d'un outil de communication : bulletin d'information réalisé par les habitants ;
- valorisation du rôle des habitants dans l'organisation de l'accueil des architectes, techniciens et maître d'œuvre pour une immersion dans le site. Réalisation d'un questionnaire et recueil de la parole des usagers par la mise en œuvre d'un dispositif de GUP – Gestion Urbaine de Proximité dans le cadre du diagnostic réalisé par le bureau d'étude intervenant sur la mission conseil HQE ;

- Réalisation d'un questionnaire et recueil de la parole des usagers par la mise en œuvre d'un dispositif de GUP (Gestion Urbaine de Proximité) dans le cadre du diagnostic réalisé par le bureau d'étude intervenant sur la mission conseil HQE ;
- réalisation de manifestations sur le site : accueil des acteurs et partenaires du projet. Animations festives tout au long de l'année suivant le calendrier ;
- participation de représentants d'habitants à des rencontres et colloques: présentation par les habitants de leur démarche. Participation d'habitants dans le cadre de visite de sites exemplaires : Pays Bas, Amersfoort, les noues de Oignies ...

1-4 Conclusion

De toutes ces réalisations convenues lors de la définition des modalités de mise en œuvre de la gouvernance, il reste à poursuivre la mission d'accompagnement des usagers à la maîtrise de leurs dépenses d'énergie et la réalisation d'économies de charges. Dans la mission d'assistance conseil, il est notamment fait mention de la nécessité de mettre en œuvre une méthode d'évaluation de l'opération ayant pour objectif de mesurer les retombées économiques et environnementales à court et moyen terme de cette opération dans une démarche HQE, notamment en comparant les consommations avant et après réhabilitation du site.

Les prévisions d'économies sur charges à réaliser par les locataires ne pourront être perceptibles et visibles que d'ici à 2 ans. L'accompagnement des usagers à l'appropriation et à l'utilisation des nouvelles technologies pour réaliser ces économies va donc être nécessaire et tout aussi indispensable que leurs installations. La mise en œuvre de ce dispositif engage le bailleur, le gestionnaire et l'ensemble des partenaires, communautaires, de la Région, de la Commune, mobilisés dans ce projet démonstratif et exemplaire, relatif à la HQE appliquée à la réhabilitation de logements sociaux individuels.

Ce type de projet conjugue social et environnemental comme une nécessité et une évidence. Il doit mener à la réalisation d'un coût de charges minimisé pour tous et surtout pour des personnes en précarité économique, dans un contexte de respect de l'environnement.

2 - Une deuxième étape essentielle pour concrétiser au quotidien les investissements engagés dans le bâtiment, les espaces extérieurs privatifs et collectifs

Attendu de la Mission

La poursuite de l'action engagée passe par la définition d'un cadre de mission pour accompagner la phase de travaux et la poursuite de l'animation au titre de la gouvernance, notamment pour mettre en lumière les perspectives de mises au point technologiques et les apprentissages nécessaires pour une optimisation des nouveaux équipements par les habitants.

2-1 Mise en œuvre de l'accompagnement aux économies d'énergie

Accompagner les usagers pour qu'ils se familiarisent avec les nouvelles techniques et à l'apprentissage des apprennent les bons gestes au quotidien, pour la réalisation d'économies de charges.

L'habitant acteur doit à terme maîtriser en toute connaissance et conscience les techniques et gestes pratiques lui permettant de réaliser des économies de charges. La dynamique repose sur une culture du développement durable partagée par les habitants pour réaliser collectivement la gestion de l'environnement, des espaces communs et privatifs et s'assurer une qualité de vie, sur leur site renouvelé.

=> Panels d'outils pédagogiques à mobiliser pour accompagner les changements de comportements et la démarche d'appropriation des nouveaux modes technologiques :

- atelier de parole favorisant l'expression et le développement de connaissances dans les divers domaines de la vie sociale et professionnelle par la mise en œuvre de dispositifs type ESF – Economie Sociale et Familiale ;
- atelier d'apprentissage à l'émergence d'un comportement HQE par la maîtrise des outils d'économie d'énergie et par la gestion du tri sélectif avec le soutien d'intervenants extérieurs : association de consommateurs, de partenaires sociaux : économie sociale et familiale, espace info énergie, EDF-GDF et la Société des Eaux du Nord notamment ;
- formation des personnels d'entretien des bâtiments HQE, précautions à prendre, produits à éviter ...
- rencontres et réunions thématiques suscitant réflexions, échanges sur les sujets inhérents au projet notamment autour de l'utilisation du site dans toutes ses dimensions favorisant également des échanges avec d'autres réseaux d'habitants ou d'associations ;
- mise en œuvre avec les partenaires ville et bailleur de dispositifs d'insertion par l'activité économique pour la réalisation de travaux liés à l'opération de réhabilitation à destination des demandeurs d'emploi de la cité ;
- dispositif d'évaluation permanent sur la base d'indicateurs de participation des habitants de la cité pour évaluer l'acquisition individuelle et collective de compétences sociales et environnementales, en général et dans le cadre du projet ; l'évolution des améliorations liées au cadre de vie des habitants.

2-2 Prestation technique : accompagnement à la maîtrise des économies d'énergie et réalisation d'une étude sur l'évolution des consommations.

Evaluer les économies réalisées par l'étude de l'évolution des consommations à N-3 et N+3. L'évaluation des économies de charges réalisées doit être établie de manière scientifique comme objet d'étude et pédagogique pour que la mesure des écarts soit interprétable par les usagers. L'accompagnement des habitants dans cette démarche implique d'intégrer leurs façons de faire et de les associer aux relevés de compteurs.

La notion des aléas extérieurs liés aux augmentations du prix des énergies devra également être prise en compte dans ces calculs.

Deux phases successives à cette mission : l'information et pédagogie apportées en phase chantier, l'accompagnement aux économies d'énergie.

Information et pédagogie en phase chantier

La réalisation du chantier est toujours un moment fort de la vie d'un projet, parfois même difficilement vécu par les occupants et les habitants dans le cadre d'une réhabilitation.

Cette mission prévoit notre présence pendant la phase chantier lors de réunions d'échanges entre les acteurs concernés autour de la dimension Haute Qualité Environnementale. Il s'agit de sensibiliser et d'assister l'ensemble des intervenants pour optimiser la mise en œuvre d'un chantier vert et l'appropriation des techniques environnementales :

Accompagnement aux économies d'énergie

Cette démarche d'accompagnement consiste à :

- vérifier la conformité des prestations de qualité environnementale. Il s'agit de s'assurer : de la performance technique et opérationnelle des matériels, matériaux et équipements, des contrats de maintenance pour les matériels spécifiques et de l'information de la maîtrise d'ouvrage et des utilisateurs sur les aspects environnementaux des logements ;
- vérifier les coûts réels d'investissement imputables à la démarche Haute Qualité Environnementale. Une approche en coût global pourra être développée afin de dégager les économies de fonctionnement susceptibles d'être réalisées et à quelle échéance les retours positifs sont-ils perceptibles ;
- dresser le bilan environnemental de l'opération afin d'en tirer des enseignements pour garantir la reproductibilité de la démarche. Pourront être étudiés plus précisément la méthodologie employée, les solutions constructives mises en œuvre, les matériaux choisis, les équipements développés.

Cette méthodologie repose sur plusieurs outils complémentaires :

- le relevé et l'analyse des compteurs d'énergie et d'eau tous les 12 mois pendant trois ans après réception
- l'analyse et la comparaison avec les factures d'eau et d'énergie effectivement constatées
- les propositions visant l'optimisation et l'amélioration des performances tant d'un point de vue technique que comportemental

Sur la base de ce constat, seront proposées des réunions d'informations et d'échanges suivant le même rythme. Elles permettront de mieux percevoir les difficultés rencontrées par les habitants dans l'utilisation des matériels et dans la mise en œuvre des gestes « éco-citoyens ». Des solutions seront proposées pour l'amélioration des performances. Elles feront l'objet d'un recueil de propositions richement illustré pour une meilleure appropriation.

Au-delà de la bonne réception des logements, l'enjeu de cette phase doit également porter sur la capitalisation de l'expérience. Il s'agira d'identifier les réussites et difficultés rencontrées pendant toute la durée de l'étude afin que le maître d'ouvrage puisse tirer un maximum d'enseignement pour le pilotage et la duplication de la démarche sur d'autres opérations.

2-3 Dispositif « Action Recherche » pour la création d'un observatoire de la réussite partagée

=> Ou la maîtrise des énergies comme facteur de transformation du cadre de vie des habitants et d'influence sur le respect de l'environnement.

Mise en valeur d'un processus complexe et dynamique :

Le choix d'une réhabilitation HQE d'une Cité résulte de l'interaction liée à la nécessité pour les publics en précarité de réaliser plus que d'autres, des économies de charges et la nécessité de considérer dans le mode de réhabilitation, la préservation de l'environnement et de la planète pour les générations futures.

Les habitants de la Cité en très forte précarité, vivent de transferts sociaux et leurs difficultés à vivre dans ces conditions de précarité économique ramènent l'exercice de la gestion d'un budget familial, à des compétences particulières. Instaurer des relations de confiance est indispensable. Pour les habitants de la cité en très forte précarité économique, l'exercice en effet de la gestion d'un budget familial peut se révéler très compliqué..

Les familles vivent mal ces difficultés économiques et s'isolent. Paradoxalement, elles trouvent insupportable la stigmatisation dont elles sont victimes.

Ce sont ces habitants qui ont été l'élément déclencheur du projet de réhabilitation rendant incontournable un mode de gouvernance particulier.

Présents dans les instances de pilotage, leur contribution d'usagers a été déterminante dans l'élaboration du projet de réhabilitation.

Cette implication des habitants, en générant de la confiance et de la compréhension, a favorisé la lisibilité du projet HQE.

Au-delà, dans la phase d'appropriation des nouvelles technologies, pour conduire aux économies d'énergies, les usagers devront opérer des changements d'habitudes et de comportements. L'enjeu de ces transformations, outre les économies de charge à réaliser, est de qualifier l'habitant dans une dimension citoyenne nouvelle :

« Je suis capable de faire des économies d'énergies, ma consommation en baisse en témoigne, j'agis pour l'environnement ».

La démarche participative conditionne cet état d'esprit et conduit les changements et les transformations.

Un projet d'Action Recherche doit être mis en place pour mettre en évidence les ressorts qui permettent ces changements et transforment l'usager en habitant acteur.

3 - Développement d'un partenariat

Rester cohérent avec les objectifs initiaux du projet de réhabilitation HQE d'un site composé de logements sociaux, d'une voirie et d'espaces extérieurs collectifs et privés.

Créer les conditions d'un partenariat dans le cadre du nouveau contenu de mission avec les partenaires privés, institutionnels, bailleurs, associatifs.

Dans la suite logique, il convient d'instaurer une mission d'écoute des usagers qui permette un état des lieux du niveau d'appréhension et de compréhension des nouvelles installations, qui cerne les potentiels des uns et des autres afin de répondre aux besoins de qualification et d'appropriation, pour donner du sens et de la cohérence à leurs futurs « façons de faire ».

Le travail de repérage des aspects socio-économiques, culturels et environnementaux engagés qui caractérisent un site et ses occupants, augure la mise en œuvre d'une véritable gestion urbaine de proximité qui vérifie la pertinence des interventions, compte tenu tient compte des réalités et oriente l'évolution de l'action. Le maillage avec l'accompagnement à une culture du développement durable contribuera à l'émergence d'un habitant acteur de son développement, responsable citoyen et solidaire.

Annexe 2 - Du logement social à haute performance énergétique pour contribuer au Facteur 4

L'enjeu de la construction et la réhabilitation à haute performance énergétique dans le logement social est l'appropriation de la démarche par les habitants. Pour générer et impulser cette dynamique d'appropriation, les moyens de l'accompagnement social sont nécessaires.

A l'heure actuelle les pouvoirs publics et les bailleurs de logements sociaux s'intéressent plus à la quantité qu'à la qualité et ne font qu'une place accessoire aux questions qualitatives, et notamment environnementales.

1. La maîtrise des énergies dans le logement social, comme outil de régulation des dépenses énergétiques des ménages et comme outil de régulation de la production de gaz à effet de serre.

La HQE appliquée au logement social doit devenir le cas général pour la construction comme pour la réhabilitation.

Les surcoûts engendrés doivent être pris en compte dès la conception du projet dans le cadre d'un bilan énergétique global et être mis en perspective compte tenu de l'impossibilité prévisible pour les populations en difficulté de payer leur consommation d'énergie et d'eau.

Les critères de confort permettant la location et l'agrément de logements devraient être adossés à des critères environnementaux principalement sur la maîtrise de l'énergie et de l'eau.

L'idée d'un permis de louer tiendra également compte des diagnostics thermiques obligatoires en les élargissant à la notion de « qualité de vie et environnement » dans les logements.

Les propriétaires privés occupants ou bailleurs devraient être accompagnés et encouragés dans leur démarche d'amélioration du logement, de manière à garantir une qualité de vie par le confort et les économies de charges et contribuer au respect de l'environnement.

Des opérateurs spécialisés pourraient être mandatés pour ce service, en lien avec les partenaires institutionnels de la DDASS, du Département, de la CAF et de LMCU.

2. La gouvernance et la participation des usagers sont des éléments fondateurs de la mise en œuvre du facteur 4

La généralisation des mesures HQE nécessite d'autres manières de concevoir, d'habiter et de vivre dans des quartiers. Il faut réunir les conditions nécessaires à une participation de l'utilisateur à l'élaboration de son espace de vie, à l'appropriation des différents outils techniques qui doivent l'aider à maîtriser ses consommations ou à gérer les énergies renouvelables.

Il est nécessaire d'organiser les modes de l'accompagnement individuel et collectif qui garantissent le bon « usage » d'un logement sain, économique agréable à vivre et écologique.

Ces enjeux d'appropriation doivent être animés par la conviction des opérateurs que les habitants sont acteurs de leur projet d'habiter.

Ces enjeux, renforcent la notion d'appartenance et de citoyenneté, en qualifiant les personnes sur les thèmes de l'environnement et contribuent à créer du lien social.

La demande de logement social, doit être regardée localement en fonction des besoins, des réalités géographiques, micro climatiques, socio-économiques. Elle doit aussi correspondre aux potentiels locaux, en matière énergétique, telles les filières d'approvisionnement en bois et en éco-matériaux de construction, les modes et possibilités de transport.

La création de lieux d'échanges permanents type commission extra municipales regroupant : élus, travailleurs sociaux, bailleurs, représentants de locataires, associations CAL PACT, APU, droit au logement devraient permettre le suivi dans le domaine des créations de logements, de la pertinence des constructions et du suivi des attributions.

Face au dérèglement climatique le demandeur devra être informé régulièrement du suivi de sa demande et associé le plus possible au mode de réalisation de son futur logement pour que la notion de respect de l'environnement et de responsabilité prenne tout son sens : chantier d'insertion, réalisation du second œuvre avec des matériaux écologiques, maîtrise des installations visant des économies d'énergie.

3. Des politiques volontaristes

La conception de logements sociaux doit être envisagée dans un souci de cohérence des politiques de transport, de logement et d'espaces publics.

A travers ces aménagements, les politiques de mixité devraient favoriser les mixités sociales économiques et communautaires pour dynamiser un savoir faire durable, économe et responsable face à la dégradation du climat.

Les Plan Locaux d'Urbanisme (PLU) devraient intégrer des critères environnementaux pour la délivrance des permis de construire, au même titre que les critères architecturaux et réglementaires déjà en vigueur. Ils devraient être révisés dans la perspective de répondre aux besoins de logements à vocation sociale avec comme nécessité, la mixité, la qualité environnementale et la desserte par les réseaux de transport en commun.

Les Etablissements publics de coopération intercommunale (EPCI) ayant la compétence habitat (Communauté urbaine, Communauté d'agglomération, Communauté de communes) pourraient favoriser les projets qui intègrent la clause sociale dans la réalisation des chantiers de logement. Ils pourraient chercher aussi à associer, dans le cadre de chantiers d'insertion, les futurs usagers volontaires en situation de recherche d'emploi.

4. Les moyens

Les moyens affectés aux politiques de l'habitat devront être fortement augmentés au regard de l'urgence sociale et environnementale des problèmes de logement et mis en perspective des budgets attribués par ailleurs. Les aides à la réhabilitation devraient être augmentées pour inciter les bailleurs à s'engager sur des critères environnementaux et d'économies de charges.

Conclusion

Le logement social dans toutes ses composantes (la construction, la réhabilitation d'immeubles individuels ou collectifs), en milieu urbain ou rural, intégrera la maîtrise des énergies, une gouvernance avec la participation des usagers, un équilibrage des zones de logement et ainsi répondre à une nécessité et une exigence de qualité environnementale qui contribuent au Facteur 4.

Annexe 3 - Les gains passifs solaires et l'habitat bioclimatique

En région, une maison bien orientée par rapport au soleil : 12% de besoins de chauffage en moins

Soit l'économie de la consommation de bois domestique

Les gains solaires passifs dans l'habitat permettent d'identifier les gisements d'économies sur ce secteur.

Avec une orientation plus ou moins favorable, la maison capte l'énergie solaire, ce qui permet de limiter ses besoins en chauffage. Le soleil apporte aussi une part significative de l'énergie de chauffage et d'éclairage, même dans le Nord-Pas de Calais²⁰ et dans des maisons construites hors des règles de l'habitat solaire passif.

C'est ainsi que le projet SOLGAIN financé par la Commission européenne a montré que les mêmes habitations sans apport solaire consomment entre 10 et 15 % de plus²¹. Cette étude ne concerne pas la France, mais estime pour la Belgique les gains à 12% des besoins de chauffage, ce qui autorise le même ratio pour le Nord-Pas de Calais. Ceci représente de l'ordre de 300 kTep soit autant que la consommation domestique de bois dans la région.

Isolation = 15% de gains supplémentaires

Une maison bien orientée au Sud et isolée du versant Nord-Est, dont les vitrages sont de bonne qualité vis-à-vis des vents et du froid, pourra encore limiter son chauffage de 15% supplémentaires²².

Et des gains supplémentaires avec des techniques avancées d'isolation

Quant à l'habitat passif renforcé, qui fait appel à des technologies avancées, il permet de réduire encore les consommations, même par rapport à des habitations conformes aux normes thermiques les plus récentes. La frontière est ici difficile à tracer entre les économies d'énergie et les énergies renouvelables, puisque pour ces habitations très isolées, le solaire et les apports naturels dépassent l'énergie de chauffage qui ne sert que d'appoint !

Il existe ainsi un potentiel important qui concerne l'ensemble de l'habitat, mais qui peut être mobilisé lors de constructions neuves ou en rénovation lourde. Ces potentiels commencent à être exploités dans les normes les plus récentes du bâtiment en France, et pourraient aussi être introduites en rénovation dans les prochaines générations de réglementation.

En réalité, le gain passif solaire est indissociable de l'évolution future du parc habitable de la région et de ses installations tertiaires.

L'enveloppe

Aujourd'hui, les réglementations thermiques prennent désormais en compte les apports passifs et l'inertie des parois, ce qui favorise notamment l'isolation par l'extérieur.

On peut néanmoins regretter que la réglementation n'autorise le recours aux énergies renouvelables qu'en complément d'une installation « traditionnelle » au gaz, à l'électricité ou au fuel.

²⁰ Cf. chapitre « Energies renouvelables » et chapitre « Culture de l'énergie »

²¹ « *La contribution du solaire au confort thermique d'hiver* », Traisnel JP, CNRS-LTMU, Clip N°16 (déjà cité). Les estimations belges proviennent du Centre Scientifique et Technique de la Construction.

²² Op.cit.

Annexe 4 - Performance énergétique : cinq labels à la française

Depuis mai 2007, la France possède officiellement cinq labels pour mettre en valeur les bâtiments particulièrement performants sur le plan énergétique²³. Tour d'horizon des HPE 2005, HPE 2005 EnR, THPE 2005, THPE 2005 EnR et BBC 2005.

- **HPE 2005**. Le premier d'entre eux peut être attribué aux bâtiments dont la consommation énergétique se situe au minimum 10 % en dessous de la consommation de référence (Cep-réf) définie dans la RT 2005 ;
- **HPE 2005 EnR**. Lorsque le chauffage de ces constructions est assuré au moins à 50 % par un générateur biomasse ou par un réseau de chaleur alimenté à 60 % par des énergies renouvelables, on entre alors dans le cadre du label HPE 2005 EnR ;
- **THPE 2005**. La très haute performance énergétique (THPE 2005), quant à elle, impose une consommation énergétique inférieure de 20 % aux normes de la réglementation thermique ;
- La mention "**EnR**" est attribuée lorsque les gains de consommation atteignent 30 %, tout en étant associée à l'utilisation d'énergie renouvelable pour la fourniture d'eau chaude sanitaire (ECS), la production d'électricité ou le chauffage ;
- **BBC 2005**. Enfin, le label BBC 2005 (bâtiment basse consommation) sera décerné aux logements neufs consommant au maximum 50 kW/m²/an d'énergie primaire ainsi qu'aux bâtiments tertiaires et collectifs dont les besoins énergétiques ne dépassent pas 50 % de la consommation de référence.

Cette certification sera attribuée par l'un des cinq organismes certificateurs habilités (Qualitel, Cerqual, Cequami, CertiVéA et Promotelec) sous la marque Effinergie, fruit du travail réalisé par le collectif du même nom ayant élaboré le référentiel "Bâtiment basse consommation". A noter que, dans ce cas particulier, les seuils énergétiques fixés pour son attribution sont modulés en fonction de la zone climatique dans laquelle se trouve le bâtiment considéré. De même, des dispositifs spécifiques valorisent l'utilisation du bois en remplacement des énergies fossiles.

Les réglementations thermiques (RT)

La RT 2005 ne paraît pas assez radicale, le législateur souhaitant vraisemblablement laisser le temps aux industriels français de rattraper leur retard sur les monologues européens. Le principe des valeurs de référence et des seuils minima (« garde-fous ») pour les caractéristiques de l'enveloppe et les performances des équipements conduit à des réalisations dans lesquelles la conformité résulte d'une « moyenne », donc le plus souvent à des résultats moyens...

La norme RT 2005 sera prochainement réévaluée lors de la publication de la RT 2010.

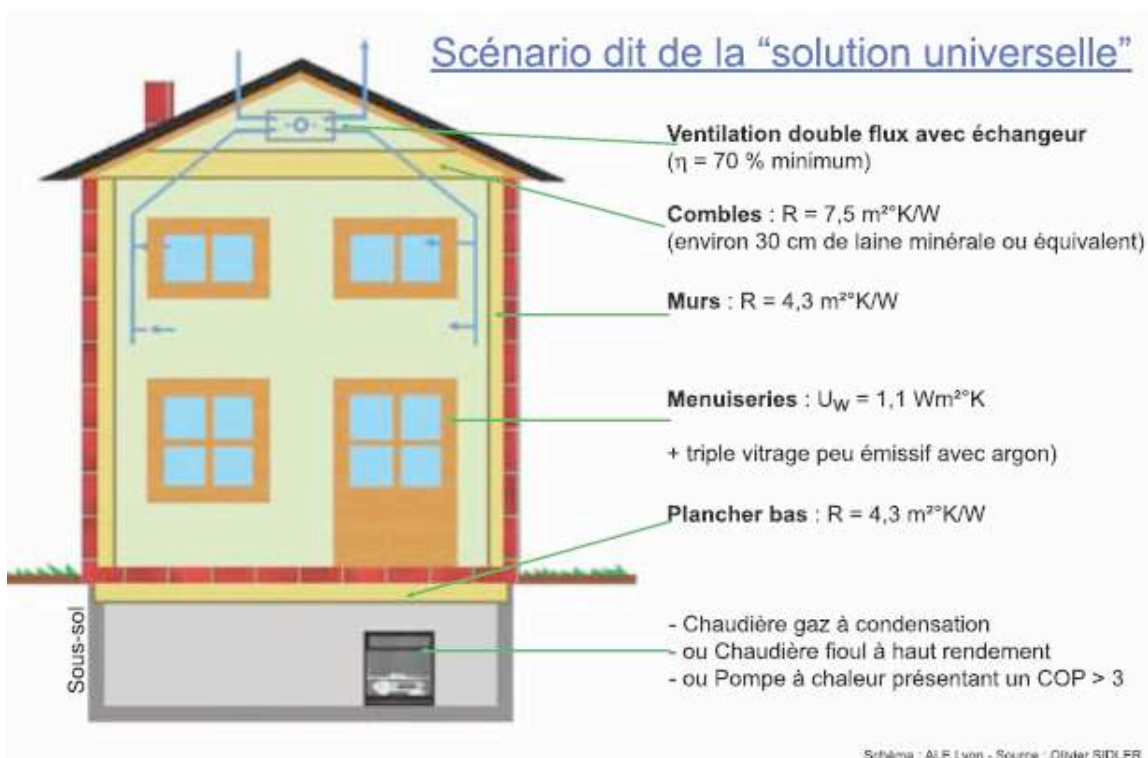
²³ http://webzine.cstb.fr/batimat/webzine/preview.asp?main=4&id_une=94 – accès octobre 2007

Annexe 5 – Rénovation lourde des bâtiments : une proposition de solution « universelle »

Olivier Sidler²⁴, de la société Enertech, propose une solution dite « universelle » pour la rénovation lourde des bâtiments dont l'application est très simple puisqu'elle induit :

- un seul produit pour chaque type de paroi,
- une identification aisée chez les marchands de matériaux,
- une obligation de moyens et non plus de résultats (pas de calcul, donc pas besoin de bureau d'études thermique),
- une formation simple des professionnels
- un contrôle très facile des chantiers,
- des montages financiers types, compréhensibles par les banquiers,
- une continuité technique lors des rénovations intermédiaires.

Hormis ces considérations techniques, cette solution constituerait pour la France un vrai projet industriel à la fois créateur d'emplois (100 000 emplois pérennes pendant 45 ans) et efficace contre les émissions de gaz à effet de serre, tout en protégeant préventivement les classes sociales les plus fragiles contre l'envolée des prix de l'énergie. De plus, cela ne coûterait rien à l'Etat dès lors que le baril atteint durablement le prix de 50 à 60 dollars, les économies annuelles sont alors supérieures aux annuités de remboursement du financement.



²⁴ <http://sidler.club.fr>

| | |
|--------------------------------------------------------|---|
| 1. Place du soleil dans nos sources d'énergie..... | 1 |
| 2. Le Nord-Pas de Calais, région ensoleillée ?..... | 3 |
| 3. Epuisement des énergies fossiles | 4 |
| 4. Rendements par rapport à la surface utilisée | 4 |
| 5. Place du « soleil-énergie » dans notre culture..... | 6 |
| Conclusion..... | 8 |

1. Place du soleil dans nos sources d'énergie

Notre soleil

Dans l'univers, le soleil est une « étoile moyenne » qui, comme les autres, est le siège de réactions thermonucléaires. Heureusement, nous sommes situés très loin de lui (sa lumière met 8mn à nous parvenir à la vitesse de 300 000 km/seconde). Après le soleil, l'étoile la plus proche de nous c'est « Alpha du Centaure » qui se situe à 4 années lumière (sa lumière met 4 ans à nous parvenir). S'il y a une étoile dont on peut espérer de l'énergie, c'est le soleil.

L'énergie solaire arrive sur terre

Ce sont les plantes vertes (herbacées, arbres, ...) qui en sont les bénéficiaires directes : elles utilisent l'énergie du soleil pour transformer les sels minéraux en matière organique les constituant. Les « producteurs secondaires » se nourrissent des plantes vertes (abeilles, bovins, ...), les carnivores s'en nourrissent (oiseaux, hommes, ...). Même les animaux vivant dans les fosses marines (où aucune lumière solaire ne pénètre) dépendent de la vie et de la mort de ceux vivant près de la surface ... grâce au soleil. C'est à dire que toute la vie sur terre est dépendante de l'énergie solaire. Ce n'est pas par hasard si dans plusieurs civilisations le soleil a été élevé au rang de « dieu » (Grecs, Incas, ...). La matière organique élaborée dans le monde vivant s'appelle « la biomasse » : bois de chauffage, déchets fermentescibles, ...

Les énergies fossiles

Il y a environ 250 millions d'années (à l'époque géologique du carbonifère), des forêts ont été enterrées-englouties lors des mouvements de l'écorce terrestre, puis des conditions de températures et de pressions les ont transformées en pétrole, charbon, gaz naturel, ... Donc, tous les automobilistes roulent actuellement à l'énergie solaire et un très grand nombre d'entre eux se chauffent également « au soleil » (fuel, gaz naturel, ...). Mais, c'est du « très vieux soleil » qui a été stocké sous terre durant des centaines de millions d'années et dont nous aurons, au rythme actuel tout épuisé en quelques centaines d'années (depuis 1850 jusque, au plus tard 2700 pour le charbon).

Le cycle de l'eau

Enseigné à l'école primaire, il est connu de tous mais, très souvent sans que soit perçu l'aspect énergétique de ce cycle. En effet, c'est l'énergie solaire qui provoque l'évaporation de l'eau et l'élévation de cette vapeur dans le ciel. On retrouve une partie de cette énergie lorsque l'on recueille l'eau de pluie en montagne où on la stocke pour ensuite la faire « travailler » en actionnant un moulin, une turbine, C'est à dire que l'énergie hydraulique est en fait de l'énergie solaire indirecte. On ne sait ni à quel endroit, ni à quel moment les rayons du soleil ont évaporé l'eau dont on utilise la chute. Cette énergie solaire indirecte présente une caractéristique importante : il y a un décalage dans le temps entre l'arrivée de l'énergie solaire et l'utilisation que l'on fait de la chute d'eau. Une partie de ce décalage est maîtrisée par l'homme (dans la gestion des barrages).

Le vent

Le soleil chauffe les masses d'air inégalement (à cause des nuages, de l'alternance jour-nuit, ...), ce qui provoque le vent. L'énergie éolienne est en fait de l'énergie solaire indirecte : on ne sait ni où ni quand le soleil a fourni l'énergie que l'on récupère dans une éolienne à un instant donné. Il n'y a pas ici, comme pour l'hydraulique, de possibilité de stockage avant l'utilisation.

Il faut signaler ici, bien que ce ne soit pas utilisable pour l'instant, l'existence d'autres phénomènes atmosphériques dont l'origine énergétique est solaire. Par exemple les orages : à la surface de la Terre, il se produit environ 50.000 orages chaque jour. Un orage met en œuvre une quantité d'énergie de l'ordre de grandeur d'une bombe H d'un mégatonne¹ On aperçoit là une des dimensions de l'énergie solaire qui est bien au-delà du « moulin à vent » (même appelé justement, dans un autre contexte, super éolienne high tech !).

Photovoltaïque et solaire thermique

Il sont cités ici simplement pour mémoire car, bien évidemment leur source d'énergie c'est le soleil, mais on en reparlera un peu plus loin ainsi que, en détail, dans le chapitre « Energies renouvelables ».

Conclusion

Les seules sources d'énergie qui ne dépendent pas de l'énergie solaire sont : la géothermie (profonde ou de surface), le nucléaire et l'énergie marée motrice. Pour cette dernière, le soleil a son importance mais uniquement par sa masse (l'effet est visible lors des grandes marées).

Au final, et à titre d'exemple, en 2002 dans le Nord-Pas de Calais, 83% de l'énergie que l'on a consommé était de l'énergie solaire directe ou indirecte, récente ou (surtout) très ancienne².

Ainsi, l'énergie solaire est (presque) partout (et l'on a entrevu, avec les orages), et d'une puissance colossale. Mais, chez nous, qu'en est-il au quotidien ?

¹ Source : http://www.notre-planete.info/geographie/risques_naturels/orages.php

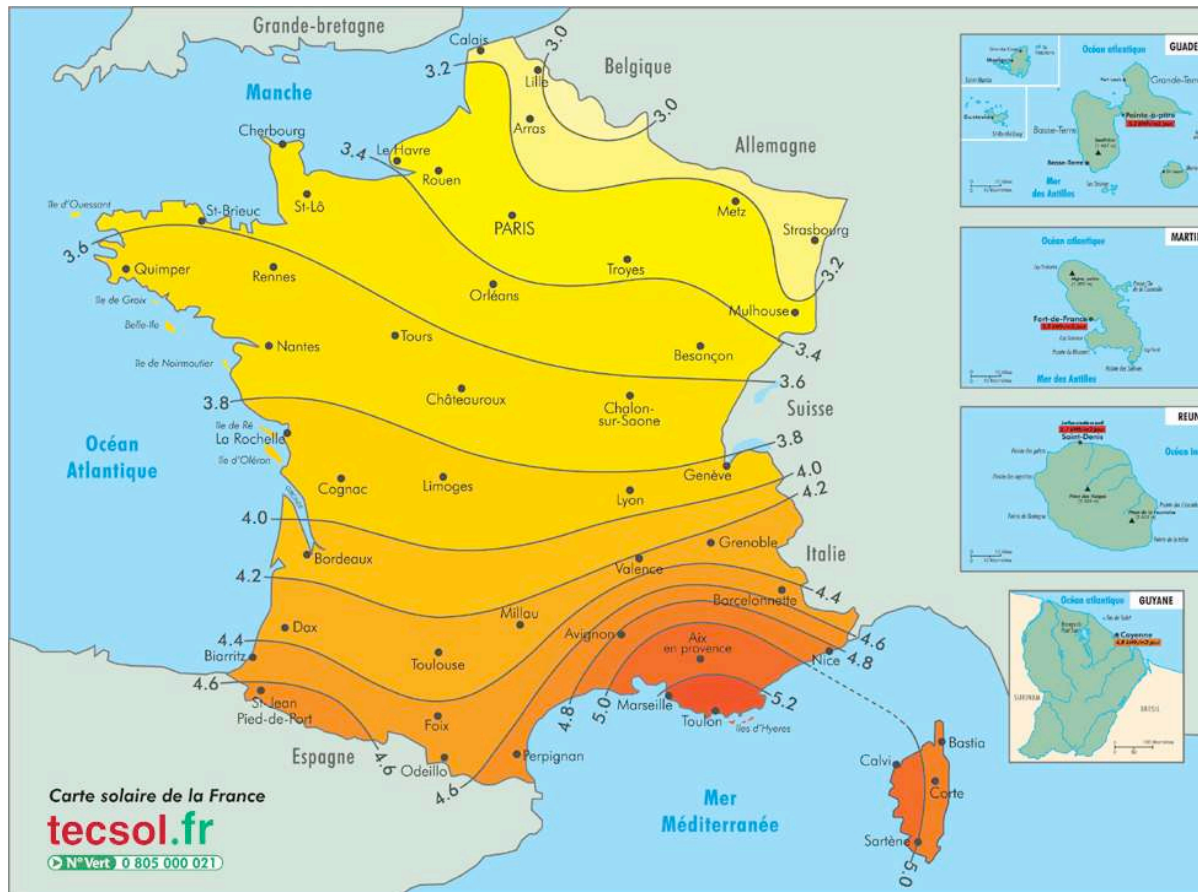
² Consommation en 2002 selon l'Observatoire de l'Énergie du ministère des finances : <http://www.industrie.gouv.fr/>

2. Le Nord-Pas de Calais, région ensoleillée ?

Beaucoup d'habitants du Nord-Pas de Calais sont convaincus que leur région est grise, pluvieuse et que l'on manque de soleil.

Et pourtant !

Quand on regarde la carte solaire de la France on constate qu'il arrive, dans le nord, au niveau du sol, environ 3KWh/m²/jour d'énergie solaire. C'est plus que la moitié de ce qui arrive, dans les mêmes conditions, dans le sud de la France métropolitaine.



carte d'ensoleillement en kWh/jour/m² au niveau du sol. Source : Tecsol³

Vous êtes déjà en train de regarder le bas de la carte avec envie : cela ne sert à rien, voyons plutôt ce que l'on peut faire avec le soleil chez nous !

Comparons d'abord l'énergie solaire que l'on reçoit en Nord Pas de Calais avec l'énergie électrique produite par la centrale nucléaire de Gravelines (qui, avec ses 6 réacteurs, est la plus « grosse » en Europe). Celle-ci, en 2004⁴ a produit 3,86*10¹³ Wh d'électricité. La même année, sur les 12.414 Km² de la région, il est arrivé 1360*10¹³ Wh (en prenant une moyenne d'ensoleillement de 3 kWh/m²/jour). Globalement, en un an, il arrive sur notre région 400 fois plus d'énergie solaire que d'électricité produite en même temps à Gravelines ! **Pratiquement, toute l'énergie électrique produite à Gravelines durant un an est équivalente à l'énergie solaire qui arrive sur la région en une journée moyenne (24 heures y compris**

³ société TECSOL, 105 avenue Alfred Kastler, BP 90434 66004 Perpignan cedex. Site <http://www.tecsol.fr/>

⁴ « Les centrales nucléaires dans le monde », édition 2005. Edité par le Commissariat à l'Energie Atomique

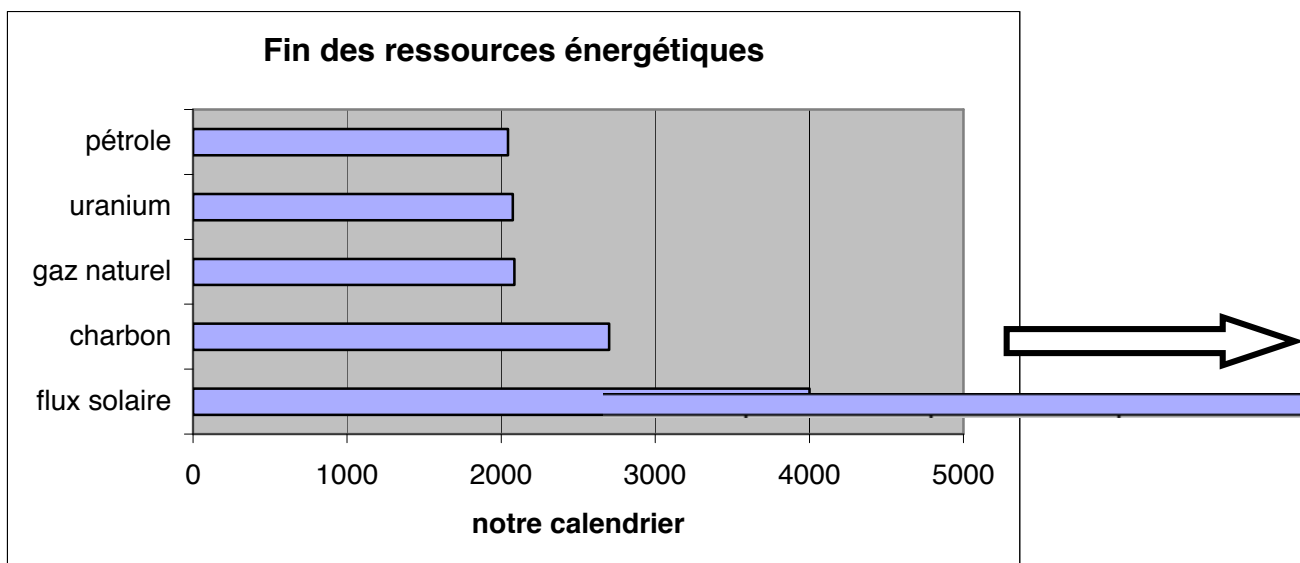
la nuit) !

Conclusion : la quantité d'énergie solaire qui arrive en Nord Pas de Calais est donc colossale !

3. Epuisement des énergies fossiles

Nous en avons tous entendu parler : c'est à cause de l'utilisation massive (depuis un siècle et demi) des énergies fossiles que l'on a une accumulation de CO₂ dans l'atmosphère, à l'origine du changement climatique qui s'amorce actuellement. En même temps, on nous annonce une fin du pétrole à moyen terme. Comment régler tous ces problèmes ?

Comparons, dans le temps, les combustibles fossiles et l'uranium avec le flux solaire (c'est à dire ce qui arrive en continu sur Terre :



source : la Conférence Mondiale de l'énergie de 1989

La fin prévue du soleil se situera dans 4,5 milliards d'années. C'est à dire que la ligne du graphique correspondant au soleil se termine à droite à un million de fois la durée entre l'an 0 et l'an 4500 !!

De toute évidence, prévoir l'avenir c'est « sauter » le plus vite possible, sur le graphique ci-dessus, des « lignes fossiles et nucléaires » pour atterrir sur la ligne « flux solaire » qui nous emmènera le plus loin.

Au paragraphe 2 nous avons vu que nous disposons d'une quantité colossale d'énergie solaire et nous savons maintenant que c'est pour l'éternité (à notre échelle de notre temps en tant qu'individu et même à l'échelle de notre espèce).

4. Rendements par rapport à la surface utilisée

Quand on se chauffe avec du bois, ou que l'on travaille après s'être nourri (salades, graines, viande, ...) on produit de l'énergie qui vient indirectement du soleil. Quand on expose une cellule photovoltaïque au soleil, on produit de l'énergie qui vient directement du soleil. Il est important de connaître les rendements des différentes méthodes de « récupération » de l'énergie solaire.

Dans la nature

L'énergie que l'on peut tirer de la photosynthèse est de l'ordre de moins de 1%. C'est, par exemple, le rendement de la combustion du bois par rapport à l'énergie

solaire qui a permis à l'arbre correspondant de pousser. Ce rendement, qui peut paraître très faible, n'est qu'un aspect très partiel du regard que l'on peut porter sur la nature qui est d'abord le berceau de la vie et l'assurance de sa durée. C'est à dire que ce « système » de récupération de l'énergie solaire qui fonctionne tout seul et cela depuis des millions d'années doit absolument durer : il y va de notre vie !.

La faiblesse de ce rendement est une des raisons de l'impossibilité de satisfaire la boulimie de déplacement des habitants de l'hexagone par la seule culture locale d'agrob carburants (cf le chapitre Energies Renouvelables).

Le solaire thermique

En 2008, avec un chauffe eau solaire du commerce, on récupère 40% de l'énergie solaire qui arrive sur la surface des capteurs. Cela est considérable pour un ensemble dont la technologie relève de la plomberie avec un peu d'automatismes.

Le solaire photovoltaïque

Toujours en 2008 et avec des produits du commerce, une cellule photovoltaïque transforme 12% de l'énergie solaire qu'elle reçoit en électricité. Cela fait appel à une technologie nettement plus sophistiquée.

La conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique ou en chaleur se fait pratiquement sans perte, et l'électricité se transporte assez facilement. C'est à dire que l'électricité est une forme d'énergie très intéressante.

Par comparaison, la production d'électricité à partir de chaleur se fait avec un rendement d'un tiers; les deux tiers restant sont rejetés dans l'environnement où ils réchauffent l'eau, l'air, Ce rendement est celui des machines à vapeur dont la version contemporaine s'appelle centrale nucléaire, où le côté nucléaire sert seulement à chauffer l'eau pour produire de la vapeur 'comme dans les machines à vapeur du 19^{ème} siècle (c'est encore ce schéma : chauffage > vapeur > mouvement > électricité, qui est prévu pour le projet ITER dans 50 ans !).

Quelles surfaces utiliser ?

Dans le Nord Pas de Calais, la pression humaine sur l'environnement est très forte et donc, à priori, la conservation des surfaces où a lieu la photosynthèse (milieux naturels, forêts, cultures, ...) est fondamentale. C'est à dire que l'artificialisation de ces espaces par la création de centrales solaires (pour récupérer de la chaleur où faire de l'électricité à partir du soleil) est à éviter.

Quelles sont, dans notre région, les surfaces déjà artificialisées ?

En 2003, en Nord-Pas de Calais on avait 1.148 km² de sols artificialisés⁵ bâtis ou supportant routes et parkings. Sachant que chez nous il arrive en moyenne au sol 3 kWh/m²/jour, cela représente une quantité d'énergie solaire annuelle de 1,26.10⁹ MWh. En Tonnes d'Equivalent Pétrole, cela représente 108 000 ktep. Durant la même période en 59-62, toutes énergies confondues, nous consommons 14.78 ktep⁶. Il y a donc un rapport de 1 à 7 entre toute l'énergie que nous consommons, en 59-62 et celle que nous y recevons du soleil sur nos sols déjà artificialisés. Cette quantité colossale d'énergie qui nous est offerte par le soleil, chauffe nos briques, tuiles et autres macadam et contribue aussi au réchauffement dans la serre où nous vivons !⁷

De plus, les éoliennes « récupèrent » de l'énergie solaire arrivée « on ne sais où », et leur emprise au sol est très faible

Donc, l'utilisation de surfaces déjà artificialisées devrait, dans notre région, suffire

⁵ source : base de données EIDER de l'IFEN (Institut Français de l'Environnement)

⁶ consommation en 2002 selon l'Observatoire de l'Énergie du ministère des finances : <http://www.industrie.gouv.fr/>

⁷ Il ne faut pas oublier l'exception que constituent les téméraires qui ont déjà installé chez eux, sur leurs toitures, panneaux photovoltaïques, chauffe eau solaire, ...

largement à la production de chaleur et d'électricité d'origine solaire.

Remarque : à la fin d'une belle journée ensoleillée, un mur de briques brûlant, le goudron qui a fondu sur une route ... sont autant de signes évident (et ignorés) d'un gaspillage scandaleux et gigantesque : celui de l'énergie solaire qui a produit tout cela.

5. Place du « soleil-énergie » dans notre culture

Nous appelons ici « soleil-énergie » le soleil considéré en tant que source d'énergie.

Au fil des rencontres avec le « grand public » il est clair que le soleil-énergie n'est identifié qu'au niveau des « énergies nouvelles » et presque tout ce qui a été vu aux paragraphes 1 à 4 est ignoré. En comparaison, dans notre société, le « soleil-vacances » est hypertrophié.

Il existe un lieu institutionnel où les savoirs sont transmis de génération en génération, c'est l'école. Examinons donc comment les enseignants parlent du soleil-énergie.

La méthode

Le contenu de l'enseignement est défini par les programmes et c'est donc à travers eux que l'on peut effectuer la recherche. Comme 80% d'une classe d'âge accède au niveau du baccalauréat, en examinant les programmes du premier et second cycle d'enseignement on peut avoir une assez bonne représentation de la place du soleil-énergie transmise aux nouvelles générations.

Pratiquement, nous avons cherché les occurrences des mots « soleil(s) », « solaire(s) », « énergie(s) », « nucléaire(s) » dans les textes des programmes⁸ d'enseignement de 3 disciplines : sciences de la vie et de la terre, physique et chimie

Cette méthode est discutable, mais elle présente 2 avantages :

on obtient un résultat assez pertinent dans l'information globale que l'on peut en tirer (mais il faut, par contre, éviter les comparaisons à partir de détails des résultats), la mise en œuvre de cette méthode est rapide par la fonction « rechercher » dans des fichiers *.htm ou *.pdf (en faisant attention aux images).

Les résultats

Au niveau du collège, tous les programmes ont été étudiés.

Au niveau du lycée, les programmes n'ont pas été étudiés systématiquement (ils sont beaucoup trop nombreux). Par contre, l'étude en détail des filières d'enseignement général, seconde générale et technologique, première et terminale scientifique, a été faite.

⁸ sur le site officiel : <http://www.education.gouv.fr/>

| COLLEGE | mots clé recherchés>> | énergie(s) | Soleil(s) | Solaire(s) | Nucléaire(s) | remarques |
|----------------|----------------------------------------|------------|-----------|------------|--------------|-----------|
| classe de 6ème | PRGM Sciences de la Vie et de la Terre | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | PRGM Physique Chimie | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | PRGM Technologie | 18 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| classe de 5ème | PRGM Sciences de la Vie et de la Terre | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | PRGM Physique Chimie | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | PRGM Technologie | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| classe de 4ème | PRGM Sciences de la Vie et de la Terre | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | PRGM Physique Chimie | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | PRGM Technologie | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| classe de 3ème | PRGM Sciences de la Vie et de la Terre | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | PRGM Physique Chimie | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | PRGM Technologie | 0 | 0 | 0 | 0 | |

| LYCEE | mots clé recherchés>> | énergie(s) | soleil | solaire | nucléaire | remarques |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|------------|--------|---------|-----------|-----------|
| seconde générale et technologique | PRGM Sciences de la Vie et de la Terre | 7 | 7 | 5 | 0 | 2 |
| | PRGM Physique Chimie | 3 | 12 | 10 | 4 | 3 |
| seconde mesures physiques et informatique | PRGM de physique; informatique | 15 | 0 | 1 | 0 | |
| seconde physique et chimie de laboratoire | PRGM de physique chimie | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| première scientifique | PRGM Sciences de la Vie et de la Terre | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | PRGM Physique Chimie | 12 | 0 | 1 | 2 | 4 |
| terminale scientifique | PRGM Sciences de la Vie et de la Terre | 3 | 1 | 3 | 0 | 5 |
| | PRGM Physique Chimie | 80 | 1 | 2 | 14 | 6 |

Remarques :

- 1) extrait du programme : « - Principes énergétiques : repérage du type d'énergie utilisée (générateur : pile, secteur, énergie fossile, énergies solaire, hydraulique...), le circuit électrique (alimentation, commande, signalisation) »⁹.
- 2) extrait du programme : « ne sont pas au programme les mécanismes de la photosynthèse »,,"
- 3) extrait du programme : "L'énergie est absente du programme de seconde"
- 4) le qualificatif "solaire" concerne l'étude du système solaire
- 5) le qualificatif "solaire" apparaît à propos du climat
- 6) le qualificatif "solaire" concerne la mesure du temps

En parcourant les programmes d'enseignement, nous avons découvert un baccalauréat professionnel intitulé « génie énergétique » et nous avons « sauté sur l'occasion » en espérant avoir enfin un peu de soleil-énergie !!

⁹ note de l'enseignant : à l'évidence, les rédacteurs de ce programme n'ont aucune idée de la structuration « d'énergie utilisée » par le soleil car, en pédagogie, il est toujours préférable de présenter de manière structurée une suite d'item plutôt que « en vrac » comme c'est le cas ici.

Le résultat est simple aucun des 4 mots significatifs n'apparaît dans le programme des matières spécifiques (sciences physiques, physique appliquée).

A regarder de plus près ce programme d'enseignement de « génie énergétique », l'impression est que cet enseignement est destiné à former des électriciens. Et donc, dans ce cas précis, le système éducatif français est responsable du fait que les jeunes ayant suivi cet enseignement aient dans la tête : énergie~électricité. Et, en tant que téléspectateurs fidèles, la publicité complète leur image mentale de l'énergie : énergie~électricité~nucléaire ...

ITER

On peut avoir une idée encore plus précise de l'aveuglement (hélas pas par le soleil !) de notre société en regardant le projet « ITER ».

C'est actuellement la pierre angulaire des tenants du nucléaire : les ressources d'uranium s'épuisent et il faut, pour eux, continuer à avoir une production d'énergie hyper centralisée et provenant de la désintégration atomique. La méthode « ITER » consiste à imiter les réactions thermonucléaires se produisant au niveau du soleil pour en tirer beaucoup d'énergie. Actuellement, on ne sait pas faire cela au niveau industriel. Il est prévu que l'on investisse des sommes colossales dans ce projet aléatoire (opérationnel dans 70 ans selon les prévisions actuelles) et dangereux. Pendant ce temps là, le soleil-énergie continuera à déverser, gratuitement, sur la Terre des quantités phénoménales d'énergie et ce, durant les 4,5 milliards d'années suivantes ... comme il le fait depuis déjà très longtemps !! Cette absurdité scientifique et technique, qui consiste à essayer de fabriquer ce que l'on a déjà a seulement ému les opposants au nucléaire et quelques Prix Nobel de physique (Pierre-Gilles de Gênes et Nasatachi Kashiba). Tous les autres ont accepté cette « nouveauté ».

Si, dans notre culture de l'énergie, le soleil avait eu la place qui lui revient, l'annonce du projet ITER aurait plongé la France dans un éclat de rire général !

Conclusion

Le gaspillage de l'énergie solaire qui nous est offerte en abondance n'émeut personne.

A l'évidence, le système éducatif français ne transmet pas aux jeunes générations l'importance du soleil-énergie pour les êtres vivant sur Terre dont nous faisons partie.

Une des raisons de la dissociation des mots « soleil » et « énergie », dans notre culture, peut être recherchée du côté de l'économie. L'énergie solaire a une caractéristique fondamentale (et pas encore évoquée), c'est sa répartition régulière dans l'espace (à l'échelle de la France). Une variation de 1 à 2 entre le Nord et le Sud est sans importance en face de la quantité phénoménale d'énergie déversée sur le sol par le soleil. Avec le soleil-énergie à portée de la main, un individu (ou un groupement d'individus) peut acquérir une autonomie énergétique importante. En face de cela, à l'heure actuelle, l'électricité et le « soleil-fossile » (pétrole, gaz, charbon) sont distribués à travers une économie centralisée où le citoyen est pieds et poings liés. On comprend aisément l'enjeu financier du masque mis devant le soleil-énergie dans notre culture par les marchands d'énergie.

A une époque où nous épuisons le « soleil-fossile » (et l'uranium) et où l'on peut prévoir que cette fin sera d'autant plus violente qu'elle n'aura pas été anticipée, il est urgent d'intervenir, entre autres dans l'enseignement, pour que les responsables et les nouvelles générations aient une véritable culture énergétique dont le centre soit le SOLEIL-ENERGIE. Cela ne sera possible, vu la nature de certains blocages, que par une volonté politique forte qui mettra notre survie devant les intérêts financiers.

C'est un minimum pour espérer « s'en sortir » à moyen terme et défricher une piste pour le long terme.

Conclusion – Une région où il fera mieux vivre

Une économie moins vulnérable

Le réseau électrique sera moins vulnérable qu'aujourd'hui car il dépendra de multiples producteurs et de sources d'énergie diversifiées et locales.

L'industrie régionale subira moins les soubresauts de l'approvisionnement en pétrole et en gaz, car elle sera davantage basée sur des ressources énergétiques locales.

Une région adaptée aux dérèglements climatiques à venir

80 000 kilomètres de haies seront plantées d'ici 2050 (la Basse-Normandie en totalise 250 000). Ces haies participeront à la protection des récoltes contre inondations et tempêtes, au maintien de la biodiversité et à la prévention du lessivage des sols.

Elles seront aussi un gisement de long terme en bois-énergie.

Disparition du risque nucléaire actif

Il restera la friche nucléaire à démanteler et à surveiller, notamment face à la montée prévue de la mer.

Une culture de l'énergie basée sur le soleil...

... imprégnée de sobriété et d'efficacité dans une perspective de sagesse énergétique.

Une région où il fera mieux vivre

On passera moins de temps dans les transports, la ville sera plus conviviale et agréable à vivre, la vie rurale sera attractive, créative et plus autonome. L'air sera de meilleure qualité, la santé s'améliorera. Les espaces naturels et agricoles seront préservés.

Une dynamique locale de l'emploi

C'est aussi l'économie globale de la région qui tire parti du virage énergétique. En optant pour la sobriété, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la région s'engage dans la création d'emplois de qualité, pérennes et répartis de manière équilibrée sur le territoire.

Une région moins dépendante de l'énergie

Avec le Plan Virage-énergie, la région importera quatre fois moins d'énergie en 2050. On importera, en moins, 55% de gaz et 77% de carburants et plus du tout d'uranium. La région sera ainsi moins soumise à la hausse inéluctable des prix.

Aller plus loin – Pour accélérer le Virage-énergie, des pistes pour une économie plus sobre en carbone

Les limites de notre système actuel

Nos besoins augmentent toujours, il faut donc produire toujours plus pour pouvoir consommer toujours plus. Tel est le modèle énergétique aujourd'hui dominant. Sous couvert « d'innovation », de « développement » ou de « Produit Intérieur Brut », et sous l'influence de la publicité, on repousse toujours les limites de la consommation de biens et de services, augmentant ainsi les besoins en énergie, sur une Terre aux ressources physiques pourtant limitées...

Ce modèle de « croissance » montre aujourd'hui ses limites : dérèglement climatique, raréfaction des ressources, tensions géopolitiques, hyper dépendance à des ressources énergétiques non renouvelables dont l'envol des prix est déjà visible.

Vers une autre voie choisie et décidée à tous les niveaux

Que faire ? *«La folie, c'est se comporter de la même manière et s'attendre à un résultat différent»* disait Albert Einstein. S'engager dans une autre voie s'impose. Il ne s'agit pas de revenir « en arrière » mais de s'engager dans un « aller ailleurs » où il fera mieux vivre. Un changement de civilisation s'ouvre, avec en « ligne d'horizon », l'urgente nécessité de se recentrer sur les besoins matériels essentiels et de privilégier les « biens relationnels » (convivialité, coopération, culture, services à la personne ...).

Le scénario Virage-énergie montre que les limites au changement ne sont pas techniques ; elles sont politiques et culturelles. Les choix collectifs sont essentiels, les choix individuels également.

En adoptant pour son scénario des hypothèses de croissance retenues par les scénarios officiels, le Plan Virage-énergie arrive à diviser par quatre les émissions de CO₂. Mais nous pourrions amplifier le virage énergétique en infléchissant nos besoins et en nous engageant dans une voie de sobriété. Les transports, aujourd'hui en explosion, se réduisent dès que l'économie se relocalise. L'élu local a le pouvoir de privilégier la proximité (supermarchés urbains, marchés forains, maisons mitoyennes...).

Le citoyen peut agir aussi en consommant « local », en délaissant sa voiture chaque fois que c'est possible... Il peut également exercer son influence sur les décisions politiques portant sur les infrastructures qui ont de multiples répercussions sur notre vie quotidienne et les dépenses d'énergie (transports, traitement des déchets, productions d'énergie...).

Les solutions sont aussi dans nos assiettes. En mangeant des produits issus de l'agriculture biologique, locaux et de saison, en diminuant notre consommation de protéines animales au profit des protéines végétales... On diminue de moitié l'effet de serre engendré par nos aliments.

Un autre monde « impossible » se crée sous nos yeux : accélérons-en la construction

Nous assistons déjà aux prémices de cette mutation. Avec la réduction de la place accordée à l'automobile, un nouveau système de transports émerge : forte hausse des ventes de vélos urbains et recours croissant au train express régional...

La demande croissante de conseils auprès des Espaces Info Energie ou encore l'installation des panneaux solaires sur les toits de la région (multiplication par 100 en 6 ans), malgré une politique nationale d'incitation timide en la matière, montrent l'émergence d'une nouvelle culture de l'énergie donnant la part belle au Soleil. Naissent également de nouvelles formes économiques. Les Associations de maintien de l'agriculture paysanne (Amap) rapprochent paysans et consommateurs (dans les Weppes près de Lille par exemple). Des projets publics montrent que l'impossible d'hier est réalité aujourd'hui : bus au biogaz à Lille métropole, démarche d'écologie industrielle Ecopal dans le Dunkerquois...

Le changement est sous nos yeux : la dynamique est en route ! Face à l'urgence et pour ne pas attendre la pédagogie des catastrophes, accélérons le mouvement...

Elaboration et communication du Plan Virage-énergie : organisation

| | | |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coordination | Gildas Le Saux | géographe-urbaniste |
| Chiffrage et cadrage du scénario | | |
| Modélisation | Antoine Bonduelle | E&E consultant, expert en énergie et environnement (expert relecteur au GIEC) |
| Veille et expertises scientifiques et techniques | Simon Métivier | ingénieur R&D (procédés, énergie) |
| | Stéphane Baly | enseignant-chercheur en sciences pour l'ingénieur |
| | Riquier Thévenin | ingénieur agricole |
| | Alain Vaillant | scientifique |
| Rédaction des chapitres thématiques | | |
| Energies renouvelables | Riquier Thévenin Gildas Le Saux Simon Métivier | |
| Bâtiments | Thomas Hutin Lise Daleux Gildas Le Saux Stéphane Baly | chef de projets économies d'énergie et EnR |
| Ville et mobilité | Guillaume Flament Gildas Le Saux | urbaniste |
| Transports | Anne Lux, Emmanuelle Voluter Ludovic Houssin | géographe ingénieur et membre d'Environnement et Développement Alternatif (EDA) économiste des transports |
| Culture et énergie | Alain Vaillant | |
| Industrie | Antoine Bonduelle Paulo-Serge Lopès | Doctorant en sciences politiques |
| Communication externe | | |
| | Anna Czapski Alfredo Da Silva Agence Et voilà le travail, Wambrechies | responsable de projets culturels designer graphistes |
| Production de supports visuels | | |
| Systèmes d'information géographique, cartographie | Adrien Carpentier | géomaticien |
| | Olivier Adalbéron | géomaticien |
| Autres visuels, photographies | Marion Vandebroucke | illustratrice |
| | Olivier Losson | enseignant-chercheur en informatique industrielle |
| | Elise Défossez | conseillère en économies d'énergie |
| Comité de relecture | | |
| Coordination | Stéphane Baly | |
| Relecteurs | Stéphane Baly, Sylvie Benoit Chieux, Antoine Bonduelle, Adrien Carpentier, Pierre Clause, Lise Daleux, Catherine Delecourt, Guillaume Flament, Nicolas Hernigou, Gildas Le Saux, Cécile Lesieur, Olivier Losson, Anne Lux, Simon Métivier, Jean Pierre Mispelon, Sylvain Mouton-Benoit, Pierre-Yves Pira, Cyrille Pradal, Pierre Roger, Claire Schirmeyer, Nathalie Sedou, Alain Vaillant, Alain Vandevoorde, Emmanuelle Voluter, Anita Villers. | |

Production de réflexions internes

| | | |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Questions de société et d'énergie | Hélène Salazar-Seul Luc Semal Mathilde Szuba Charlotte Mijeon | |
| Agriculture Agences locales de l'énergie | Alain Vandevorde Florian Guillotte | Altermondialiste agence 7 Vents du Cotentin (Coutances) |
| Secrétariat | Catherine Delecourt | Etudiante-stagiaire |



Soutenez l'Association Virage-énergie Nord-Pas de Calais

Je souhaite soutenir et/ou participer aux futurs travaux de l'association :

- j'adhère (cotisation annuelle : 10 euros) :
 - Individu :
 - Personne morale :
(entreprise association collectivité autre :
- je fais un don de

Merci de retourner un chèque libellé à l'ordre de **Virage-énergie Nord-Pas de Calais**

Informations et contacts :

Association Virage-énergie Nord-Pas de Calais, 23 rue Gosselet, 59000 Lille
www.virage-energie-npdc.org



Diffusez l'étude "Energies d'avenir en Nord-Pas de Calais"

Je commande :

- La synthèse de l'étude (Prix port compris) - Unité : 4 € - Par 5 ex. : 8,50 € - Par 10 ex. : 11,50 €
 soit ex = €
 - L'étude complète de 250 pages (Prix port compris) - Unité : 18 €
 soit ex = €
- Total commande = €**

Chèque à l'ordre de **Sortir du nucléaire**

Commande à adresser au Réseau "Sortir du nucléaire" - 9 rue Dumenge - 69317 LYON Cedex 04
 Ou par internet sur notre boutique en ligne <http://boutique.sortirdunucleaire.org>
 (paiement sécurisé par carte bancaire)

La synthèse et le rapport complet de l'étude du Plan Virage-énergie sont également téléchargeables gratuitement sur
www.virage-energie-npdc.org