



TOME  
3

# Transport - Energie - Habitat : Problématiques - Enjeux







# Transport - Energie - Habitat : Problématiques - Enjeux

Proposé  
Par

Estelle Forget





Un grand merci à : Naïma Sayad et Frédéric de Paris pour leur collaboration

# P réface

Transports, énergie, habitat, trois secteurs d'activité interdépendants essentiels à nos économies modernes, mondialisées.

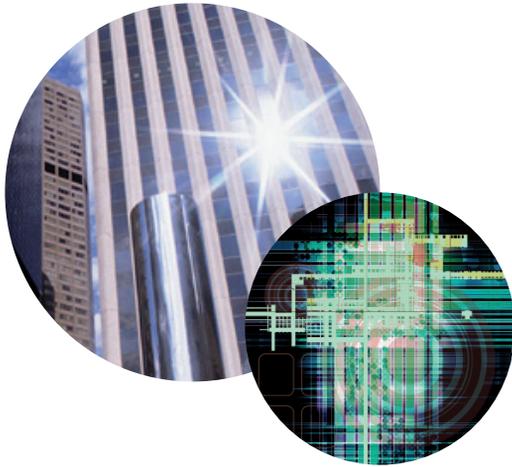
Trois secteurs qui représentent de nombreux emplois, richesses, servitudes, mais qui génèrent de nombreuses nuisances et pollutions.

Fortement, pour ne pas dire totalement dépendantes des énergies fossiles, ces activités rejettent massivement des gaz à effet de serre et autres polluants depuis l'avènement de la première révolution industrielle, et sont à ce titre, pleinement responsables du réchauffement climatique et de la dégradation de la biodiversité.

Il devient urgent à l'aune du XXI<sup>e</sup> siècle qui sera décisif dans la lutte contre le réchauffement climatique, que ces trois secteurs accélèrent leur mutation vers une plus grande sobriété énergétique et se tournent vers des nouvelles énergies respectueuses de l'environnement.

**« À chacun de saisir l'opportunité de bâtir un futur désirable ».**

**Estelle Forget**



## **I. LES TRANSPORTS**

- 1 - Un secteur d'activité très énergivore
- 2 - Un secteur d'activité très polluant
- 3 - Un secteur prégnant sur l'occupation des sols : l'artificialisation des sols, l'étalement urbain
- 4 - Pas d'énergie alternative majeure pour remplacer le pétrole dans le secteur des transports ?
- 5 - Comment atteindre le facteur 4 en 2050 dans le secteur des transports ?
- 6 - Transport de marchandise : La route devrait rester prépondérante
- 7 - Aéronautique
- 8 - Maritime
- 9 - Ferroviaire

## **II. L'ENERGIE**

- 1 - L'énergie : un enjeu pour l'avenir : La situation mondiale
- 2 - Quelle politique pour l'énergie ?
- 3 - Quel avenir pour les énergies fossiles ?
- 4 - La transition vers les énergies propres
- 5 - Le futur /prospective : la géo-ingénierie (les apprentis sorciers) : contrôler le climat de la planète pour en limiter le réchauffement ?

## **III. L'HABITAT**

- 1 - La bataille du climat se jouera dans les villes
- 2 - Villes : seuil d'alerte des inégalités sociales / les quartiers sécurisés
- 3 - Réchauffement climatique : Quelle adaptation pour les villes ?
- 4 - Réinventer la ville sans la prégnance de l'automobile
- 5 - Les villes de demain : des habitats contrastés ?
- 6 - Comment atteindre le facteur 4 en 2050 dans le secteur de l'habitat ?
- 7 - Le futur des villes : le retour à la campagne ?



## LES TRANSPORTS

### 1 - Un secteur d'activité très énergivore

Le secteur des transports se caractérise par son extrême dépendance aux énergies fossiles, puisqu'il dépend à plus de 90% du pétrole pour ses besoins énergétiques. Il est la première cause d'épuisement du pétrole dans le Monde (conso mondiale de pétrole : 3000 Mtep/an, transport : 1750 Mtep/an). Cette dépendance est suicidaire pour trois raisons :

- Le contexte géopolitique : les plus grandes réserves connues se situant dans des pays à risque : Moyen Orient (Iran, Irak).

- L'épuisement annoncé des réserves de pétrole.
- L'extrême volatilité et instabilité du prix du baril du pétrole :

#### **Cette fluctuation brutale des prix a des impacts forts sur les comportements des individus.**

- l'augmentation des prix induit une diminution globale de la consommation :
  - meilleurs rendements énergétiques des véhicules mis sur le marché (plus sobres),
  - utilisation plus raisonnable des véhicules,
  - transfert modal.

- La diminution des prix entraîne un relâchement du comportement des automobilistes. Les constructeurs proposent des modèles plus performants, donc plus gourmands (Exemple de la fin des années 90 avec l'avènement du phénomène « 4x4 »).

Le transport représente 50% de la facture pétrolière française. C'est une situation économiquement préoccupante (déficit commercial) et fragile (risques géopolitiques sur les approvisionnements pétroliers).

#### **Evolution du prix du pétrole sur les 40 dernières années**

(source : AIE)

1970-73	.....	10\$
1974-78	.....	entre 42\$ et 52\$
1981	.....	pointe à 87\$
1986	.....	chute de 50\$ à 20\$
1986 - 99	.....	entre 12\$ et 30\$
1999 - 2000	.....	remontée à 32\$
2000-02	.....	chute à 18\$
2002-08/2008	....	escalade de 18\$ à 145\$
08/2008-11/08	....	chute de 145\$ à 45\$
11/08 - 06/10	....	de 45\$ à 80\$

**Focus**

### 2 - Un secteur d'activité très polluant

L'impact environnemental des transports est très élevé, particulièrement dans les pays développés, et en forte croissance (Inde et Chine en tête).

Dépendance aux énergies fossiles oblige, ce secteur rejette près de 15% des émissions mondiales de GES, ce qui en fait le troisième contributeur

à égalité avec l'agriculture. Mais au contraire de l'industrie qui a diminué de près de 10% ses émissions de GES depuis les années 90, ses émissions ont cru de plus de 20% depuis les années 1990 (120% depuis 1970). **Fortement couplé à la croissance mondiale, l'activité économique et la**

### **multiplication des échanges doivent le secteur des transports, et en conséquence les rejets de GES.**

En France, parce que la production d'électricité engendre peu d'émissions de CO<sub>2</sub>, le secteur des transports est le premier émetteur de GES (25%) avec un accroissement de plus de 18% entre 1990 et 2005.

Le nœud du problème est le transport routier qui représente plus de 90% des émissions de ce secteur d'activité, et l'automobile individuelle qui à elle seule représente plus de la moitié des GES émise par la route. Les 40% restants se divisant à part égale entre les véhicules industriels (camions, autocar, bus) et les utilitaires légers (VUL).

Mais plus que les gaz à effet de serre, les transports sont à l'origine de nombreux autres polluants nocifs pour la santé des individus et responsables de la détérioration de la qualité de l'air (54% des Oxyde d'azote, 37% du monoxyde de carbone, particule, hydrocarbure imbrulé..).

Ce problème de pollution, notamment les particules que l'on soupçonne d'être à l'origine de cancers, devient un véritable enjeu de santé publique, puisque selon l'OMS : « 90% des populations des villes seraient exposées à des niveaux de pollution supérieurs

aux valeurs recommandées par l'OMS, et aucun réel progrès n'a été observé depuis 10 ans ».

Les questions des nuisances environnementales et de leurs répercussions sur la qualité de vie trouvent au fil des années une résonance de plus en plus grande auprès de la population. Pour une bonne partie, ils les imputent aux transports.

Selon une enquête récente réalisée par L'INRETS auprès de 2000 personnes représentatives de la population française, 75% des Français se disent préoccupés par les problèmes d'environnement.

Sur la question des responsabilités, les personnes sondées pointent deux secteurs : les transports (75%) suivis de l'industrie (66%) à l'origine des problèmes environnementaux.

A ces nuisances s'ajoutent, la congestion qui représente 1% du PNB annuel européen, et surtout l'insécurité routière responsable de milliers de blessés et tués par an sur les routes, fléau qui se développe dans les pays émergents de façon dramatique.

## **3 - Un secteur prégnant sur l'occupation des sols : l'artificialisation des sols, l'étalement urbain**

Jean-Pierre Sueur, ancien maire d'Orléans, disait que sa ville s'était plus étendue depuis la massification de l'automobile que dans tous les siècles précédents. Avec le développement de l'étalement urbain, quelques 160 hectares sont artificialisés chaque jour en France (source : FNE).

On a mesuré entre 1992 et 2004, 20% d'extension des surfaces pour 6% de population en plus. En l'espace de 40

ans, on a multiplié par dix l'écartement domicile-travail en passant de 3- 4 kilomètres à 30- 40 kilomètres !

### **La voiture s'est imposée comme un élément d'appropriation du territoire.**

Et ce phénomène d'artificialisation des sols se développe dans tous les pays urbanisés et en développement. Principal responsable de cette extension anarchique des villes ? L'automobile qui

reste presque seule en mesure d'assurer la desserte de ces territoires périphériques. Ce modèle de développement n'est bien évidemment pas soutenable à terme, au point que deux prestigieux

urbanistes, dont Jean Nouvel disent la même chose : « Etendre la Ville est aujourd'hui criminel pour notre descendance ».

## 4 - Pas d'énergie alternative majeure pour remplacer le pétrole dans le secteur des transports ?

« La dernière goutte de pétrole sera pour une automobile ». André Douaud, ancien directeur technique du CCAF (comité de constructeurs français d'automobile)

« Rien n'est réglé pour le secteur des transports, qui dépend à 97% de carburants pétroliers... Le miracle de 73 (adoption du nucléaire pour produire l'électricité) ne peut pas se reproduire. **La différence essentielle réside dans l'absence d'une nouvelle technologie maîtrisée, prête à être développée massivement, comme l'était le nucléaire au début des années 1970** » Jean Syrota, auteur du rapport « les Perspectives énergétiques de la France à l'horizon 2020-2050 ».

Tout est dit, et explique la situation actuelle dramatique des transports en termes de dépendance énergétique. Le pétrole via ses produits dérivés, essence, gasoil, kérosène, a été et reste une énergie idéale, tout à fait adaptée à la propulsion des véhicules. Carburant liquide à pression atmosphérique et à

température ambiante, il est facile à extraire (dans les champs de pétrole conventionnels), à transporter, stocker et distribuer. De par sa facilité d'utilisation, la présence d'un large réseau de distribution existant, son prix bas, un lobby très puissant, **le pétrole a complètement cannibalisé voire annihilé toutes les initiatives et recherches pour des carburants alternatifs.**

Le pétrole, à moins d'une brusque et effrénée montée des prix, conséquence d'une forte tension entre l'offre et la demande (notamment l'explosion de la demande des pays émergents) **restera encore majoritairement le carburant privilégié et incontournable des transports pour les décennies à venir ; En 1950, moins de 10% du pétrole était utilisé dans les transports, 50% aujourd'hui, et selon les prévisions, de 70 à 80% en 2050, avec comme conséquence la responsabilité de plus de 30% des émissions de CO<sup>2</sup> !**

Le constat est sans appel : Face à cette triple équation : assurer la sécurité énergétique, s'affranchir du prix d'un baril fortement fluctuant et imprévisible, diminuer fortement les émissions de GES source du réchauffement climatique, **le mode actuel de transport n'est pas durable, et le nœud du problème est le transport routier, notamment les véhicules légers.**

La problématique s'énonce d'elle-même : Comment dans des conditions d'une telle dépendance au pétrole (et plus largement aux énergies fossiles), fortement émetteur de CO<sup>2</sup>, le secteur des transports peut-il atteindre les ambitieux objectifs européens de 2020 et le facteur 4 en 2050 ?

## 5 - Comment atteindre le facteur 4 en 2050 dans le secteur des transports ?

### Recourir aux carburants alternatifs ?

Biocarburants / agro carburants de 1<sup>ère</sup>/2<sup>ème</sup>/3<sup>ème</sup> génération

**Les biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération** (appelés Ethanol, Diester, ...) issue de la biomasse alimentaire (céréales, colza,..) ont fait couler beaucoup d'encre. Accusés de mille maux, dont un bilan CO<sup>2</sup> du puits à la roue contestable (le récent rapport de l'Ademe a démontré que le bilan carbone des agrocarburants était positif par rapport aux carburants fossiles, seulement si le CAS (changement d'affectation des sols) n'était pas pris en compte), d'accaparer les terres agricoles et de renchérir les prix des céréales indispensables à l'alimentation, voire de favoriser la déforestation, pour planter des palmiers à huile (exemple de l'Indonésie) ; ils sont remis en question.

L'Union européenne a fixé dans le cadre de son paquet climat-énergie, un objectif de 10% d'énergies renouvelables dans la consommation des transports d'ici 2020, dont une partie en provenance des biocarburants.

Pour pouvoir être comptabilisés comme contribuant à l'obligation européenne de 10% d'énergies renouvelables, **les biocarburants devront désormais être certifiés « durables »**. Afin d'être éligibles à ce label, les carburants **d'origine agricole produits ou importés dans l'Union Européenne ne devront plus provenir des forêts tropicales, de zones humides, ou de zones récemment déboisées.**

En outre, les biocarburants devront prouver qu'ils représentent par rapport aux énergies fossiles une réduction d'au moins 35% des émissions de gaz à effet de serre. Ce taux nominal devrait être porté à 50% en 2017. Les auditeurs indépendants délivrant cette certification aux distributeurs européens de carburants devront inspecter chaque année l'ensemble de la chaîne de production, du champ à la pompe. Cette démarche s'appliquera que le biocarburant soit produit dans l'Union ou à l'extérieur.

**2<sup>ème</sup> génération** : ou carburants de synthèse (BTL : Biomass to liquid) issus de la biomasse (graisse animales ou déchets végétaux) semblent porteurs d'avenir, **grâce à leurs qualités environnementales du « puits à la roue » très supérieures aux biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération**. C'est un carburant qui pourra être utilisé soit en tant que carburant spécifique, soit mélangé au gazole. Mais le procédé est cher et complexe ; la production nécessite une raffinerie. L'unité de construction sur le site de la raffinerie de Polvoo en Norvège produira 170 000 t/an pour un investissement de 100 millions d'euros, soit 10 fois plus qu'une usine de traitement de biocarburants de première génération. D'où la nécessité d'alliance avec d'autres prestataires (Pétrolier par exemple) pour amortir les coûts. Les BTL restent cependant une alternative intéressante lorsque la filière sera mure en 2015/2020.

**3<sup>ème</sup> génération** : les algues : les algues vertes poussent comme de la mauvaise herbe en présence de

dioxyde de carbone ; Un hectare de ces algues peut produire jusqu'à 100 fois plus de biocarburant qu'un hectare de maïs, de soja ou de canne à sucre. Si l'on pouvait utiliser les émissions de carbone de toutes les centrales du monde pour faire pousser des algues vertes et les transformer en biocarburant, le volume de CO<sup>2</sup> rejeté dans l'atmosphère diminuerait de près de 9 milliards de tonnes par an.

**Gaz naturel (GNV)** : le gaz naturel ne constitue pas une alternative crédible comme carburant de substitution. Il pose les mêmes problèmes géopolitiques que ceux posés par le pétrole, et son prix est lié à celui du pétrole. Il procure certes un meilleur rendement de combustion, mais il offre peu d'autonomie, son bilan environnemental n'apporte pas d'avantage décisif (notamment en matière de GES) et le stockage de gaz à haute pression (200 bars) dans le véhicule pose des problèmes de sécurité ; Par ailleurs, les infrastructures coûteuses pour distribuer ce carburant n'existent pas.

Le GNV en tant que carburant, est beaucoup plus connu et utilisé hors Europe, avec un parc de près de 7 millions de véhicules, notamment en Argentine, Pakistan, et Brésil.

**Biogaz** : Issu de la méthanisation (fermentation des déchets organiques) provenant soit des boues de station d'épuration, soit des centres d'enfouissement techniques pour déchets ménagers, le biogaz est composé essentiellement de méthane, et constitue de ce fait une alternative intéressante au GNV ; C'est d'ailleurs sa principale vocation : alimenter un parc de véhicules essentiellement urbain (bus, bennes à ordures ménagères équipées d'une motorisation gaz naturel) à partir d'une usine de

traitement locale, à l'exemple de Lille qui vient par l'intermédiaire de son prestataire de service, Veolia de mettre en service une usine de production de biogaz qui va traiter à terme 108 000 tonnes de déchets fermentescibles, pour produire un volume de 4 millions de Nm<sup>3</sup> de biogaz destiné à alimenter la centaine de bus en exploitation sur le réseau urbain. Le bilan environnemental du biogaz est supérieur au GNV (notamment en termes d'émissions de CO<sup>2</sup>).

**L'hydrogène : l'utopie ?** C'est l'éternelle chimère, dont les perspectives de commercialisation reculent chaque année. Tous les constructeurs testent aujourd'hui des véhicules fonctionnant à l'hydrogène, principalement des piles à combustible. Le retour d'expérience que l'on peut tirer de cette expérimentation est qu'il reste un nombre important de verrous à faire sauter :

- ✚ De type technologique : durée de vie, fiabilité, sécurité, réseau d'alimentation en hydrogène, production et stockage embarqué de l'hydrogène.
- ✚ De type financier : coût de cette technologie.

Pourtant cette technologie a son intérêt : elle n'émet que de la vapeur d'eau ! Mais l'hydrogène n'est pas disponible sur notre planète. Il doit donc être produit à partir d'énergies émettant peu de CO<sup>2</sup>, comme les ENR, pour que son bilan soit écologiquement intéressant (au même titre que les voitures électriques). Dans tous les cas, cette technologie ne devrait pas être mature, industriellement parlant avant au minimum 20 ans.

**Electrique** : L'électricité a l'avantage de fournir l'énergie nécessaire à un véhicule sans engendrer de pollution vis-à-vis de son environnement local ni de bruit à faible vitesse. Si la voiture

électrique apparaît comme la solution pour faire face à la pollution atmosphérique des centres des grandes villes, et pour les déplacements urbains et interurbains, elle souffre encore de deux handicaps importants pour en faire un véhicule polyvalent : sa faible autonomie limitée à 100/150 kms, et son coût qui est près du double d'un véhicule thermique conventionnel.

Le bilan environnemental du puits à la roue d'un véhicule électrique, notamment en ce qui concerne les émissions de GES dépend de l'origine de la production d'électricité. Si en France, grâce au nucléaire, un véhicule électrique ne rejette que 20gr/CO<sup>2</sup> au km, il n'en est pas de même en Chine ou en Inde, pays où l'électricité est produite à plus de 60% à partir de charbon. Ainsi une voiture électrique en Chine rejette 195 gr de CO<sup>2</sup> au km, soit des valeurs supérieures à un véhicule thermique fonctionnant au gas-oil où à l'essence.

**L'alternative : l'hybridation :** de l'hybridation simple (« stop and start » qui devrait se généraliser dans les années à venir) à l'hybridation de série, l'hybridation qui combine deux sources d'énergie distinctes pour mouvoir le véhicule (le plus souvent association d'un moteur thermique à essence + un moteur électrique) est une bonne alternative au tout thermique car elle permet de concilier l'avantage de l'électrique en ville, et de procurer une autonomie suffisante pour de longs parcours grâce à son moteur thermique. Cette technologie permet de réduire les consommations de carburants, donc d'émissions de CO<sup>2</sup>. Pour certains constructeurs (Allemands en particulier : Audi, Porsche, Mercedes) la technologie hybride est la seule possibilité d'atteindre les objectifs de la commission européenne en 2015 et 2020.

Quel est le meilleur compromis avant la rupture technologique ? : Toujours selon le rapport de Jean Syrota, le véhicule hybride rechargeable qui cumule les avantages du thermique et de l'électricité sans en avoir les inconvénients les plus importants, a toutes les chances d'être le véhicule d'avenir...

### La solution : un bouquet énergétique ?

Quelle sera l'énergie qui s'imposera demain ? Impossible de répondre à cette question ! selon P.Pinchon intervenant lors du dernier PREDIT (Programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres). La solution la plus probable est la floraison d'un bouquet énergétique, dont les choix se feront en fonction des opportunités industrielles locales ou régionales. Par exemple, si une usine de traitement de déchets produit du biogaz, les véhicules exploités localement rouleront au biogaz (voir exemple de Lille) ; de même si une usine de traitement des biocarburants est implantée dans une région,

les bus rouleront au biocarburant ; Ce choix énergétique sera d'ailleurs le plus souvent imposé dans les appels d'offres, les élus étant souvent partie prenante dans les décisions d'investissements soit des usines de traitement, soit par exemple dans l'installation de stations de compression au GNV. Mais la solution du bouquet énergétique, si elle peut effectivement répondre aux besoins de flottes captives, ne résoudra pas le problème de masse de véhicules particuliers. En ce qui les concerne, avant de voir arriver en masse sur le marché des véhicules roulant à une autre énergie que le pétrole, il faudra attendre encore au moins dix ans. D'ici là, il est certain que les

moteurs thermiques auront considérablement progressé, qu'ils consomment encore moins qu'aujourd'hui, et qu'ils seront encore majoritaires dans le monde automobile.

### **Améliorer l'Efficacité énergétique ?**

Selon le rapport « Perspectives concernant le véhicule grand public d'ici 2030 » de Jean Syrota : « les véhicules thermiques actuels peuvent réduire de moitié leur consommation moyennant une optimisation de leurs performances, et la réalisation, grâce à des techniques disponibles, de progrès en matière de rendement, qui est de nature à leur assurer encore un grand avenir ». De fait, toutes les prévisions montrent que le véhicule thermique alimenté par des carburants liquides restera largement majoritaire d'ici 2030 dans les volumes de vente et les parcs existants.

Pour diviser par deux la consommation énergétique des véhicules dans les dix ans à venir, une incitation forte des pouvoirs publics est nécessaire : diminution des émissions de CO<sup>2</sup>, généralisation et uniformisation des limitations de vitesse, taxation des carburants, « bonus-malus » annuels sur les véhicules, etc.

Sinon, les progrès continueront d'apparaître lentement, au rythme constaté dans le passé.

Cette incitation existe déjà par l'intermédiaire de la commission européenne, qui oblige les constructeurs de limiter leurs rejets d'émission sous peine d'amende sur une moyenne de 130gr/CO<sup>2</sup> étalé entre 2012 et 2015, et 95 gr en 2020. Par ailleurs, l'Europe travaille à la mise au point d'une directive sur les véhicules propres qui obligerait les collectivités à introduire dans leurs critères d'achat les coûts liés à la

consommation d'énergie et à la pollution. Selon une étude réalisée à la demande de Jacques Barrot (à l'époque commissaire européen au transport), elle montre que globalement, ses conséquences économiques seront positives grâce aux économies réalisées sur la consommation d'énergie des carburants. Ainsi, le coût des nouveaux véhicules propres, estimés à 11,5 milliards d'euros au cours des dix prochaines années, sera compensé par une économie de 21,3 milliards d'euros réalisée sur la facture énergétique sur la même période. A ces économies, doit être ajouté le bénéfice social tiré de la réduction des émissions de CO<sup>2</sup>. Celle-ci permettra en particulier une diminution des dépenses de santé liées aux émissions de polluants évaluées à 9,4 milliards d'euros.

Ainsi, la prise en compte, lors de l'acquisition d'un véhicule, des coûts environnementaux générés tout au long de son cycle de vie permettra une diminution des coûts liés au transport.

### **Sauver par la technologie ?**

« Au plan technologique, la nouvelle source énergétique, quasi gratuite, renouvelable, sûre, partagée, qui suppléerait sans dommage, sans gaz à effet de serre, et sans déchet à tous les usages combinés du pétrole, du gaz et du charbon, et de l'uranium n'existe pas, et sans doute n'existera jamais » Jean Syrota.

Michel Rousselot du PREDIT le confirme : « Le facteur 4 ne peut être atteint en 2050 par la seule rupture technologique, au mieux 2,5 ». Jean Syrota ne dit pas autre chose : « en affirmant que la France ne pourra faire mieux qu'une division par 2,5 des ses émissions de CO<sup>2</sup> d'ici à 2050, sauf à envisager de recourir à des politiques contraignantes,

voire des rationnements ».

De fait, dans le cadre de ce PREDIT 3, le Laboratoire de l'Economie des transports (Let) et le cabinet d'études Enerdata ont élaboré trois scénarios, trois futurs possibles permettant d'examiner les conditions qui permettraient au secteur des transports de réduire par 4 ses émissions de gaz à effet de serre.

Le premier scénario baptisé Pégase, évalue justement l'influence des progrès technologiques. Dans les prochaines décennies, les actuels moteurs à explosion vont laisser la place aux motorisations hybrides d'abord, puis à la seule rupture technologique possible, la pile à combustible alimentée par l'hydrogène.

Pour atteindre une réduction par quatre des gaz à effet de serre en 2050, il faudrait que les moteurs à essence aient totalement disparu au cours de la décennie précédente au profit de l'hydrogène : « Nous pensons que cela ne peut pas se réaliser par le seul renouvellement naturel du parc automobile » estime Bernard Château, chercheur à Enerdata, (il faut en effet trente ans pour qu'une nouvelle technologie intègre l'ensemble du parc) et il ajoute : « aussi ce scénario technologique n'apporte au mieux qu'une réduction par deux des gaz à effet de serre ».

De fait, les solutions techniques susceptibles de répondre aux défis successifs de la mobilité individuelle ne sont mises en place et diffusées qu'à un rythme lent, plus que décennal. Les inerties sont énormes :

- Inertie de renouvellement : les taux de renouvellement des parcs automobiles baissent et l'âge moyen des véhicules a tendance à augmenter (8 ans pour la France)
- Inertie de modernisation : la diffu-

sion des innovations est lente, supérieure à 10 ans, et s'est globalement ralentie depuis 30 ans.

Les avis convergent et se recoupent, aboutissant aux mêmes conclusions. Si l'on veut éviter à terme les politiques contraignantes, voire le rationnement, il faudra accompagner la rupture technologique par une rupture des comportements, un « choc culturel », moteur d'une inversion des comportements, afin de penser collectif et non plus individuel. Les entreprises peuvent et doivent être des acteurs de cette mutation.

### Renoncer à l'automobile ?

« La voiture a été un choix de société » Bruno Marzloff, Directeur du groupe Chronos (consultant spécialiste des enjeux de la mobilité).

« L'imaginaire de la voiture reste prégnant, et agit comme une frein aux autres modes de déplacement. » Rémi Sansaloni, responsable des études chez TNS Sofres.

Plus des deux tiers des déplacements se font en voiture. Plus de 80% des ménages possèdent un véhicule dans les pays industrialisés. Nous sommes dans un système de dépendance automobile. Notre système résidentiel renforce cette dépendance. Les classes moyennes et aisées des PVD, Chine et Inde en tête ne rêvent que d'automobile, au point que le parc mondial estimé à 800 millions de voitures aujourd'hui devrait quadrupler d'ici 2050, pour atteindre 3 milliards d'automobiles, avec toutes les nuisances liées à ce mode de déplacement.

Renoncer à l'automobile, ce moyen incroyable de se déplacer en toute liberté : le porte-à-porte ? On ne passe pas du jour au lendemain d'un système de dépendance à autre chose. Non, la voiture ne disparaîtra pas. Ce n'est

pas possible. Elle est là, restera massivement utilisée et l'on ne s'en passera pas. Mais elle devra rentrer dans le système, avoir suffisamment de fluidité, de flexibilité pour répondre aux contraintes économiques et aux nouvelles normes sociétales.

Il est donc indispensable de réfléchir à la voiture autrement. Et le véritable défi auquel il faudra répondre, c'est celui de la mobilité durable. La mobilité actuelle est insoutenable à terme.

### Les pistes ?

**Favoriser une économie de la fonctionnalité** (Dominique Bourg : philosophe spécialiste de l'éthique et du DD) : « il s'agit de substituer la vente de l'usage d'un bien à la vente du bien lui-même » Xerox, par exemple, ne vend plus de copieurs mais la prestation de la copie. Les clients louent le copieur et le service de maintenance, de récupération

et de mise à niveau. Ce modèle est-il duplicable à l'automobile ? Ce bien qui coûte en moyenne 500 euros par mois à son propriétaire pour rester plus de 90% de son temps à l'arrêt ? Aussi étrange que cela puisse paraître, les gens ne réalisent pas que la voiture est aussi dispendieuse : des coûts qui vont aller croissants.

**La voiture en partage** propose de répondre à la diversité des besoins de la demande par la diversité de l'offre de véhicules, c'est cette diversité qui fait la force de la voiture en partage face à la voiture individuelle ; le leader dans ce domaine est une Américaine, Robin Chase, cofondatrice de la société ZipCar, forte d'une flotte de 6500 véhicules réparties dans une soixantaine de villes américaines, canadiennes et anglaises. Des expériences identiques se multiplient en Europe via des groupes tels que Veolia (Mobizen).

## Focus

### Le projet AUTOLIB :

Inspiré par le système Velib, le projet Autolib mettra à disposition des parisiens et des résidents des communes limitrophes 3000 voitures électriques dès le mois de septembre 2011. 1000 stations doivent être installées d'ici là, dont 700 à Paris (500 stations de 4 places et 200 stations de 10 places). L'opérateur privé qui remportera le projet, peut espérer atteindre 200 000 abonnés. Les enquêtes d'opinion montrent un grand engouement pour le projet : 73% des parisiens y sont favorables. Sur l'Île de France, plus de 1 million de personnes seraient prêts à revendre leur véhicule ou à en diminuer l'usage. Un usage qui reviendrait à 40 euros par mois, puisqu'avec Autolib, on ne paye que ce que l'on consomme.

Au plan environnemental, la Mairie de Paris table sur une diminution du parc privé de 22 500 véhicules (pour une voiture autolib mise en service, sept voitures de particulier seraient revendues dans la foulée) soit une réduction des émissions de CO<sup>2</sup> de 2200 tonnes par an. Enfin le cahier des charges stipule que 50% de l'électricité alimentant les véhicules doit provenir d'énergies renouvelables.

Pour Jean Ghédira, Directeur écomobilité de SNCF Proximités, « Autolib peut-être le vecteur de cette nouvelle modernité automobile » puisque la voiture d'Autolib sera partagée, électrique, en one-way, et qu'elle sera le fruit d'un groupement qui intègre une chaîne des acteurs de l'automobile et du déplacement, en l'occurrence la SNCF, RATP, Avis et Vinci.

**Demain « la voiture servicielle » :** l'automobile vue comme un service selon Bruno Marzloff, directeur du Groupe Chronos qui propose quatre pistes de réflexion :

- Les partages : Comment assurer avec moins de voitures, le même service automobile ?
  - Le marché unique des déplacements. La voiture choisit de rentrer dans le cercle de l'intermodalité et non plus d'être « l'alpha et l'oméga » des déplacements. Comment la fondre dans ce système ?
  - L'offre : Quels acteurs ? Quels services pour la voiture servicielle ?
  - Les outils : Quelles ressources propose-t-on aux citoyens pour être maître de leurs déplacements ?
- Repenser l'usage de l'automobile : pour citer Michel Dubromel responsable transport du FNE « la vraie question est de savoir où et quand et comment on pourrait utiliser la voiture tout court, y compris électrique... , le temps est bien plus à la promotion d'une modification des usages de la voiture et de la mobilité en général.... ».

A la source de ces nouvelles mobilités, il y a évidemment les nouvelles technologies, téléphonie à l'exemple de l'iPhone en tête, qui vont accélérer les mutations actuelles des mobilités, centrées non pas sur l'objet (ici l'automobile) mais sur le service. Les technologies permettant de la mise à disposition temporaire et ubiquitaire des biens. Orange (téléphonie) fait partie des nouveaux acteurs de la mobilité. Selon Gilles Assolant, directeur du pôle transport, « les acteurs du numérique ne peuvent être absents lorsque l'on parle de mobilités. La voiture a un côté « pré-historique » que les télécoms visent à moderniser, en l'intégrant comme objet communiquant dans l'écosystème des mobilités ». La voiture devra apprendre

à être communicante, flexible, face aux besoins variés des usagers et des moments du quotidien.

### **Quel sera le futur de la voiture ?**

« Il se trouve dans un réseau de mobilité global. Ce n'est plus la voiture au centre de la mobilité, mais la voiture intégrée dans une offre globale de la mobilité. La voiture de demain sera partagée. La taille de la voiture sera adaptée aux besoins des usagers et donc pleinement occupée, optimisée par le covoiturage.

Les futurs modèles automobiles intégreront des plateformes servicielles ouvertes, s'appuyant sur des protocoles en ligne. Enfin, les voitures communiqueront leurs parcours et les informations nécessaires sur les systèmes de données liées » Robin Chase.

### **S'approprier de nouveaux modes de déplacement, se déplacer différemment, ou renoncer aux déplacements ?**

« Les bénéfices liés à la possession d'une voiture vont diminuer. L'accélération de l'urbanisation va se traduire par des villes plus denses et plus congestionnées. Les « taxes carbone » et les péages urbains vont se multiplier. Les alternatives à l'automobile – marche, vélo ou transport en commun – se révéleront plus rapides, moins chères et plus pratiques. Beaucoup de gens vont se rendre compte que posséder une voiture n'a plus vraiment de sens » Robin Chase.

Et c'est là que le transfert massif des déplacements urbains ou interurbains de la voiture individuelle vers des modes de transports alternatifs en commun et propres prend toute sa pertinence. « C'est certainement, pour reprendre l'une des conclusions de ce PREDIT 3 énoncées par son Président Jean-louis Léonard : « la solution ma-

jeure et incontournable pour atteindre le facteur 4 sans rogner la liberté de déplacement de nos concitoyens » !

« Le transfert modal de la route vers le transport public est la seule réponse aux enjeux du changement climatique » déclare Michel Cornil, Président de l'UTP (Union des transports publics).

Les besoins sont de fait énormes si l'on veut transférer massivement les déplacements en voiture particulière sur les transports en commun : 3 actifs sur 5 travaillent hors de leur commune de résidence et la distance moyenne domicile travail est de 15km, soit une heure de trajet. La seule région Ile de France voit plus de 10 millions de déplacements/jour à titre professionnel.

Les nouveaux modes de déplacement peinent cependant à s'imposer, la moitié des citoyens continue d'utiliser la voiture pour des raisons de confort et de rapidité, et en zone rurale et péri-urbaine, la voiture reste hégémonique.

### **Quid de la voiture servicielle ?**

Les offres restent peu concrètes et ne représentent donc un véritable enjeu que pour peu de Français, 9% d'entre eux pour le covoiturage, 4,9% pour l'auto-partage. Mais c'est déjà suffisant pour amorcer le mouvement. Afin de rendre attractives les alternatives à l'automobile, des opérateurs de transport tel que Veolia, réfléchissent par exemple à un forfait mobilité annuel, inférieur au coût d'une auto et permettant d'utiliser de tous les modes de déplacement urbain disponibles. Une expérience a été effectuée dans ce sens

par Europcar à Nantes (l'expérience Zénius) où le loueur confisque chaque année la voiture de quatre citoyens en leur offrant en contrepartie l'accès gratuit à l'ensemble de l'offre de transport de la ville : tram, autopartage, etc.

Et ça marche selon Tony Lesaffre, directeur d'Europcar Atlantique : « ça fonctionne d'autant mieux que les gens se rendent compte du delta entre le coût de possession d'une voiture (500 euros/mois) et celui du système alternatif qui leur est proposé (200 euros/mois). Tout passe par le marketing et la pédagogie. Il faut provoquer le changement de comportement : celui de la démotorisation. L'objectif c'est de réduire la propriété automobile ».

### **L'offre d'un assureur, la MACIF :**

Comment assurer moins de véhicules tout en proposant de nouvelles solutions de mobilité ?

La Macif, mutuelle qui assure 5,7 millions de véhicules en France, souhaite s'adapter aux évolutions de la société. D'où l'intérêt porté à l'écomobilité, à savoir la mise en place de transport moins polluant. « Analyser ces comportements, les accompagner et s'adapter, c'est d'une importance stratégique » explique Emmanuel Soulias, Directeur RSE du groupe.

1<sup>ère</sup> réponse en 2006 : « **le contrat voiture propre et sûre** » proposant une tarification spécifique avec des baisses allant jusqu'à 35% pour des véhicules émettant moins de 120gr de CO<sup>2</sup> par km, électrique ou hybride ? **Crédit à taux bonifié**, à destination des acquéreurs de véhicules plus propres ou plus sûrs.

### Un module de covoiturage avec Greencove.

Par ailleurs, l'assureur a reconnu avoir également un devoir de pédagogie et de sensibilisation car « ce n'est pas simple de changer de comportement, et il faut vulgariser des initiatives plus propres et plus sûres ». Parmi les dispositifs mis en place, un site internet et des spots télévisés diffusés sur France 2 visionnés par 4 millions de personnes.

### Cette offre peut aller beaucoup plus loin :

Un assureur qui a des liens privilégiés avec ses clients grâce à ses contrats d'assurance automobile peut être acteur et moteur de cette rupture des comportements individuels, en promouvant des moyens de déplacement alternatifs à l'automobile et en sensibilisant ses clients sur les conséquences et l'inefficacité du modèle de déplacement centré sur le « tout automobile ».

Pour inciter les gens à modifier leurs comportements, il faut leur proposer des actions concrètes, à leur portée, et qui ont du sens (reprenre thème 1 sur les généralités du DD).

### Tout passe par le marketing et la pédagogie :

Robin Chase qui a convaincu des américains, champion du monde de la voiture individuelle de renoncer à leur voiture personnelle pour passer à l'autopartage ne dit pas autre chose : en réponse à ceux qui pensent que l'Europe n'est pas prête pour la voiture servicielle, elle répond : « que tout est question de marketing, marketing, et de marketing ».

### Augmenter l'offre transport, jusqu'où ?

**Mais l'augmentation perpétuelle de moyens et de la fréquence des transports est-elle une solution pérenne au processus inflationniste des déplacements qui est toujours en place ?** L'engorgement de l'Île de France, mais également de nombreuses autres métropoles dans le monde trouvera t'elle sa solution dans toujours plus de transport disponible, même propre ? La voiture électrique qui s'annonce, reste une voiture ; dans les embouteillages, une voiture électrique prend autant de place qu'une voiture thermique... dans le stationnement aussi ! En arrivera t-on partout à ces extrêmes, pour les plus fortunés de prendre l'hélicoptère pour se déplacer afin d'éviter les embouteillages ? A Sao Paulo, plus de 500 d'entre eux sillonnent déjà le ciel en permanence, apportant de nouvelles nuisances ?

« L'offre de déplacement s'essouffle en tentant de rattraper les congestions à défaut de les résorber » pointe Bruno Marzloff !

Construire toujours plus d'infrastructures, c'est aussi encourager l'inflation des déplacements. N'est-il pas temps de réfléchir à d'autres manières de mobilité, qui incluent le recours à « l'immobilité », grâce aux moyens technologiques actuels, tel le télétravail ? Dans le triangle de Randstadt – Amsterdam, la Haye et Rotterdam, la congestion est-elle que la proportion d'entreprises activant le télétravail, régulièrement ou non, atteint désormais 60%.

## 6 - Transport de marchandise : La route devrait rester prépondérante

Les marchandises voyagent de plus en plus. En un siècle et demi, les échanges ont été multipliés par 1000 à la surface du globe.

Le Grenelle de l'environnement avait fixé un objectif de 25% de non routier dans le transport des marchandises d'ici 2012 contre 15% aujourd'hui, « cet objectif a été abandonné, on part désormais sur une part de 20% de non routier à l'horizon 2020 ».

La poursuite de l'augmentation des échanges, le manque d'alternatives (insuffisance d'infrastructures) **mais aussi le peu de compétitivité économique des solutions rail et fluvial font que la route devrait rester prédominante à l'avenir.**

Les trains et les péniches ne transportent respectivement que 10 et 5% des marchandises en France, loin derrière les camions (85%). Le transport routier de marchandise est celui qui a le plus augmenté entre 1995 à 2005 (en tonnes/km) en UE (+38%) suivi du fret maritime (+34%). Le fret par rail augmentait quant à lui de 10% dans l'UE25 alors qu'il baissait de 15% en France sur la même période.

Pourquoi la prédominance de la route ? Les facteurs qui peuvent expliquer la croissance du transport routier tiennent en trois mots : « flexibilité, fiabilité, compétitivité (depuis 1985, les prix du transport routier ont diminué de 30%) ». Par ailleurs, pour les transports sur courtes et moyennes distances (moins de 200 kms, qui représentent près de 55% des transports routiers de marchandise effectués en France) la pertinence du hors route est limitée.

Le rail est pertinent sur de grandes distances, y compris trans-frontalières, mais la France souffre d'un fort déficit en termes de vieillissement de son réseau, matériel, et ses conflits sociaux permanents. L'ouverture à la concurrence du fret ferroviaire devrait améliorer l'attractivité du rail.

Concernant le fret fluvial, si la navigation intérieure française a enregistré ces dernières années une croissance soutenue de 3% par en moyenne, il existe encore de nombreux obstacles en termes d'infrastructure notamment (gabarit inadaptée, hauteur des ponts,..). La solution fluviale pourrait présenter des intérêts, en cas de hausse du prix du pétrole : selon une enquête de l'ADEME, un kilo de pétrole (soit 1,3 litre) permettrait à une péniche de transporter sur un kilomètre 83 tonnes, contre 39 pour un camion. La solution de navette fluviale est actuellement testée avec succès par le groupe Monoprix pour livrer ses magasins dans Paris.

**Les poids lourds, par leur flexibilité, leur rapidité et leur rentabilité, devraient donc rester le maillon central du transport de marchandises de demain.**

Sur le plan environnemental, malgré les progrès importants réalisés sur les moteurs grâce aux normes de plus en plus draconiennes imposées par l'Europe (Norme Euro) se pose le problème de l'alternative au pétrole sans réponse aujourd'hui, notamment pour les ensembles routiers (44 tonnes). Cependant, des projets existent pour développer les autres modes de transport : Développement de lignes

à grande vitesse (Perpignan-Luxembourg), corridors européens.

Sur les longs axes, le fluvial pourrait se développer avec l'ouverture des grands canaux : Seine-Europe prévue pour 2015, et surtout le projet du canal Rhin Rhône en 2020 ! Autre solution à l'ordre du jour : le développement du transport combiné, **alliant des parcours terminaux routiers à un mode principal plus économe** (fer, voie navigable, caboteur,..).

## 7 - Aéronautique

Quelle solution pour l'aéronautique qui représente de l'ordre de 3% des rejets de GES de l'UE, mais en augmentation de 87% par rapport à 1990 et qui devraient doubler d'ici 2020 ! A en croire trois chercheurs britanniques, les rejets de gaz à effet de serre de l'aviation civile pourraient être multipliés par 7,5 d'ici à 2100 !

Les compagnies aériennes étaient arrivées à ne pas tomber sous la coupe directe du protocole de Kyoto. Contraint depuis Copenhague sous la pression des gouvernements de proposer un plan d'action pour réduire leurs émissions, les compagnies regroupées au sein de l'Association Internationale du Transport Aérien (IATA) qui représente 93% du trafic international, ont présenté leurs objectifs : améliorer leur efficacité énergétique de 1,5% par an, stabiliser leurs émissions de carbone pour parvenir à la neutralité en 2020, puis arriver en 2050 à une réduction de 50% de ses émissions par rapport à 2005, sans préciser les moyens pour atteindre ses objectifs.

L'Union européenne a décidé fin 2008

**Quant aux « premier et dernier kilomètres », la route apparaît comme le seul moyen de les parcourir**, mais différentes solutions sont expérimentées pour limiter l'impact de ces livraisons : véhicules électriques, GNV, cyclopushes,... même si aucune solution claire ne se dessine aujourd'hui.

d'inclure le secteur aérien dans son schéma d'échange de quota d'émission. A partir du 1er janvier 2012, les émissions de CO<sup>2</sup> des vols commerciaux au départ et à l'arrivée d'un aéroport de l'UE devront être couvertes par le marché européen des quotas d'émissions).

Certes les nouvelles générations de moteurs sont et seront de moins en moins gourmands en énergie, mais l'effet volume (le trafic aérien double tous les quinze ans) et la maximisation de l'usage de chaque avion pour des raisons évidentes de rentabilité, annule les gains réalisés par unité. C'est « l'effet rebond » tel que mentionné par Dominique Bourg.

### **De nombreux essais sont en cours pour trouver des alternatives au pétrole :**

« Lufthansa a déjà choisi son arme fatale. Après les avoir testés sur un Boeing 747, la compagnie allemande va recourir aux agrocarburants. Un porte-parole de l'entreprise a précisé qu'elle commencerait à utiliser du carburant d'origine végétale en mélange

## Qu'est ce que l'effet rebond ?

Schématiquement, les économies réalisées grâce aux mesures d'efficacité énergétique sont très logiquement réinvesties ailleurs. Ces investissements peuvent se traduire par une plus grande utilisation des services fournis par l'énergie et diminuer l'impact des politiques d'efficacité énergétique sur la baisse des consommations d'énergie. Cette multiplication des usages gomme les gains énergétiques apportés par l'amélioration des technologies. Cela est vrai pour les avions, autant que pour l'automobile (on peut-être tenté de voyager plus loin et plus souvent si l'on dispose d'un véhicule plus sobre en carburant que le précédent) ou bien la production d'une usine augmentant à la faveur d'une meilleure utilisation de l'énergie.

Plusieurs études estiment ainsi, pour les principaux services énergétiques domestiques, entre 10 et 30% l'influence négative des effets rebonds sur le niveau attendu de baisse des consommations d'énergie. (Source : ADEME)

Pour freiner les effets rebonds, l'Ademe suggère de mettre en place une tarification de l'énergie, qui augmenterait au fur et à mesure que l'efficacité énergétique s'accroîtrait, afin de décourager les utilisateurs d'accroître l'utilisation de leur appareil, et de les inciter à rechercher des produits et services les moins consommateurs d'énergie).

avec du kérosène à partir de 2011. Mais rien ne presse. Il faut d'abord achever les tests en vol, sécuriser les approvisionnements en « bio-kérosène » et surtout négocier avec Bruxelles. Lufthansa espère pouvoir obtenir davantage de quotas d'émissions en contrepartie de l'utilisation de carburants moins émetteurs. En 2009, Lufthansa a émit 24,1 millions de tonnes de CO<sup>2</sup>.

**EADS** effectue des tests avec des biocarburants de troisième génération : un agrocaburant produit à 100% à partir d'algues. Une première mondiale testée au prochain salon de l'aéronautique du Bourget ; « je serais extrêmement heureux si d'ici 2040 nous pouvons faire voler 10% de notre flotte grâce aux agrocaburants » a affirmé Jean Botti, Directeur de la technologie d'EADS et il ajoute : « Nous nous sommes donnés pour but de réduire nos émissions de CO<sup>2</sup>

et nos bruits de moitié d'ici à 2050 ».

**Boeing** pour sa part a effectué un vol expérimental avec un petit avion dont le moteur était alimenté avec une pile à combustible, mais cette technologie si elle aboutie un jour ne sera pas prête avant vingt ans. Récemment un avion solaire a défrayé la chronique, en effectuant son premier vol, qui devrait être suivi à terme d'un tour du monde, mais il s'agit d'un petit avion qui n'embarque qu'une personne !

En définitive, comme pour l'automobile, la « décarbonisation » du transport aérien ne passera pas seulement par une sobriété des moteurs, mais également par une rupture des comportements, qui pourrait sonner définitivement le glas du tourisme de masse, ce dont la « biodiversité » ne se plaindra pas.

## 8° Maritime

L'aérien et le maritime ont ceci en commun qu'ils ont échappé au quota du protocole de Kyoto, qu'ils sont dépendants d'une seule ressource énergétique, le pétrole, sans réel carburant de substitution pour couvrir leurs besoins énergétiques.

La marine marchande qui représente 3% des rejets mondiaux de CO<sup>2</sup> doit se fixer des quotas. L'Organisation Maritime Internationale (OMI) a pour tâche de proposer des solutions, mais se heurte à la Chine et l'Inde, qui ne veulent pas voir leurs échanges maritimes troublés par des taxes ou quotas ; En Europe, ce sont les nations maritimes comme la Grèce, Chypre, Malte ou l'Italie qui veulent éviter que la mise en place de contraintes régionales ne

fausse la concurrence vis-à-vis de nations maritimes moins regardantes en matière d'environnement.

Néanmoins, dans le collimateur notamment des ONG, l'OMI a lancé des pistes de travail pour générer des économies d'énergie par un meilleur design des navires ou par une limitation de vitesse. La qualité des carburants devrait aussi être améliorée.

Le vent coûte moins cher que le pétrole : c'est la devise de la société allemande SkySails, qui propose d'équiper tous types de navires avec d'immenses cerfs-volants (160m<sup>2</sup>) pour économiser entre 10 et 35% de carburant. Ce système est actuellement en test sur des cargos néerlandais.

## 9 - Ferroviaire

Le transport ferroviaire, voyageur ou marchandise, semble aujourd'hui la réponse pertinente pour des transports propres, à la condition que la majeure partie du réseau soit électrifié, et que cette électricité soit produite à partir d'une source d'énergie propre ou renouvelable ! (Même problématique que les véhicules électriques).

Le train est beaucoup plus économe qu'un véhicule thermique d'un point de vue énergétique :

**Une efficacité énergétique 2 à 3 fois supérieure à celle de la route. Ainsi, avec l'énergie équivalente à 1 kg de pétrole par tonne de marchandise, un camion parcourt 58 kilomètres alors qu'un train en parcourt 111 (1 300 trains de fret par jour, ce sont plus de 7,2 millions de camions par an qui ne sont pas sur la route) !**

Il émet 1,3 % des émissions de CO<sup>2</sup> liées au transport en France métropolitaine (1% dans le Monde) contre 93% pour la route.

Le réseau ferré européen est le 3ème au monde par sa longueur mais il n'achemine plus que 8 % des marchandises, contre 21 % en 1970. C'est pourquoi

la relance du rail est une priorité de l'Europe, afin d'enrayer cette tendance et de rééquilibrer la part des modes de transport. Augmenter de 25% la part du fret ferroviaire d'ici à 2012 : tel est l'objectif fixé par le Grenelle de l'Environnement, mais nous l'avons vu, cet objectif a été ramené à 20%.





## L'ÉNERGIE

« C'est la question énergétique qui constitue l'essentiel de la problématique du climat »

### 1 - L'énergie : un enjeu pour l'avenir : La situation mondiale

Lorsque l'on se projette dans l'avenir, vers 2100, le principal défi sera d'assurer aux 10 milliards d'hommes présents sur la planète un développement équitable, notamment en leur fournissant les services énergétiques nécessaires à leur bien-être, sans multiplier les risques globaux pour l'humanité.

L'énergie est sans doute la plus importante branche d'activité de l'économie mondiale avec un chiffre d'affaires annuel atteignant au moins de 1700 à 2000 milliards de dollars.

#### L'accès à l'énergie est très inégal :

Sur les 6 milliards d'habitants de la planète : 2 milliards survivent sur les énergies traditionnelles (bois notamment) et n'ont pas accès à l'électricité, 2,5 milliards d'habitants du Sud (surtout les citadins) ont un accès aux formes commerciales

d'énergie et consomment environ ¼ de la consommation mondiale, 1,5 milliards d'habitants des pays industrialisés monopolisent 75% de l'énergie commerciale.

La consommation d'énergie est très variable selon les pays :

Trois classes de pays existent : les pays développés (5tep\*/an/hab) les PVD (1tep/an/hab) et les pays les « moins avancés » (0,2 tep/an/hab). La moyenne mondiale s'établit à 1,5 tep/an/hab avec de fortes disparités (USA : 8tep/an/hab).

Les besoins en énergie évoluent et le logement, qui représentait 70% du bilan énergétique en 1960, ne représente plus que 50% de ce même bilan aujourd'hui. A contrario, la consommation dans les transports a été multipliée par deux depuis 1960.

### 2 - Quelle politique pour l'énergie ?

La politique énergétique a été, par le passé, dominée par le prix des hydrocarbures, soit à la hausse en raison de tensions sur le marché et de crises géostratégiques (comme en 1973) soit à la baisse du fait du déséquilibre du marché (comme en 1985).

La brutale tension sur les prix révélait la vulnérabilité croissante des économies occidentales et depuis lors mondiale à un tarissement, même passager, des ressources énergétiques. Des politiques structurelles étaient alors engagées pour réduire la dépendance de nos économies aux hydrocarbures, qui ont abouti par exemple en France à une po-

litique résolue de maîtrise de l'énergie et au choix du nucléaire pour produire notre électricité.

Mais beaucoup de chantiers ouverts ont perdu leur priorité, à chaque période de détente des prix (à l'exemple des années 90 avec un pétrole résolument sous les 30\$) décrédibilisant les appels à l'économie et les recherches coûteuses pour de nouvelles énergies, à l'exemple de l'électrique pour les voitures. Si les entreprises ont réussi, pour une large part, à s'adapter à une contrainte énergétique qu'elles estimaient pérenne, les ménages qui se déplacent et se logent en consommant

\*tep : tonne équivalent pétrole

beaucoup et inefficacement des hydrocarbures et de l'électricité, n'ont pas infléchi durablement leur comportement, et se retrouvent aujourd'hui devant des choix douloureux et contraints. Il est donc urgent de construire des politiques énergétiques sur le long terme indépendant des fluctuations du prix de l'énergie.

#### Les nouvelles contraintes des politiques énergétiques :

Au début du XXI<sup>e</sup> siècle, de nouvelles contraintes viennent modifier la donne énergétique et bouleverser les certitudes ; elles sont principalement au nombre de trois :

- ✎ le réchauffement climatique
- ✎ l'épuisement annoncé des énergies fossiles
- ✎ la montée en puissance des pays émergents

**L'ensemble de ces contraintes va obliger les Etats à accélérer la mutation vers une nouvelle politique énergétique** construite sur la sortie progressive des énergies fossiles, la montée en puissance des énergies renouvelables, et une économie plus frugale en besoin énergétique.

### 3 - Quel avenir pour les énergies fossiles ?

En vingt ans, les consommations de charbon, de pétrole et de gaz naturel ont augmenté respectivement de 35, 37 et 77%.

**Notre approvisionnement énergétique dépend à plus de 80% des énergies fossiles (Pétrole + charbon + gaz),** et en priorité du pétrole. De l'aveu même du ministère de l'énergie américain, les énergies fossiles continueront à couvrir les  $\frac{3}{4}$  des besoins en énergie d'ici 2030. Cette perspective est très sombre et préoccupante sur le plan environnemental, car si la teneur en Co<sub>2</sub> de l'atmosphère a augmenté d'un tiers depuis l'ère préindustrielle, nous avons encore sous nos pieds de quoi la doubler si nous exploitons jusqu'au bout les combustibles fossiles.

Le secteur de l'énergie est déjà responsable de plus de 20% des émissions de GES dans le monde (essentiellement du gaz carbonique et un tiers des émissions de méthane) en croissance de plus de 40% depuis 1980, à un rythme qui s'accélère et dépasse depuis quelques années 3% par an.

#### Le Pétrole :

Le Pétrole représente 1/3 de l'énergie consommée en France, 1/3 en Europe, et encore 1/3 de la consommation mondiale.

Le « Peak oil » qui désigne le moment où l'on aura consommé plus de la moitié du pétrole existant est l'objet de tous les fantasmes et le prétexte à toutes les pronostics ! Les plus optimistes disent que ce pic aura lieu entre 2025 et 2030. Les pessimistes disent que ce pic aura lieu entre 2010 et 2020, c'est-à-dire demain ! D'autres estiment qu'il a déjà eu lieu. **Selon Jeremy Rifkin (Prospectiviste) la seule certitude, c'est que lorsque la moitié du pétrole aura été consommée, les hydrocarbures deviendront inabordables.**

L'essentiel de l'augmentation des besoins en pétrole vient de l'Asie (70%), le Moyen Orient et l'Amérique latine couvrant le reste. Les besoins croissants de pétrole, notamment pour accompagner l'essor des pays émergents, pourraient accélérer l'exploitation de gisements offshore à de très grande

profondeur, notamment dans des territoires aujourd'hui protégés (Arctique), l'exploitation des sables et schistes bitumineux : Ainsi, la Chine vient d'investir dans des exploitations de sables bitumineux au Canada.

Il faut conserver le pétrole pour des applications nobles pour lesquelles il n'y a pas aujourd'hui d'alternatives (pétrochimie, plastiques, ...) et ne plus l'utiliser pour le secteur du transport, et de l'habitat notamment, ou son rendement énergétique est faible (dans un moteur à explosion, 80% de l'énergie utilisée part en chaleur !).

#### S'affranchir du pétrole, une nécessité ? :

« **Une pénurie mondiale de pétrole et une flambée des cours de l'or noir menacent le monde** », ont averti dans un récent rapport l'institut britannique Chatham House et les Lloyds, premier assureur mondial de risques. Richard Ward, directeur général des Lloyds avertit : « Nous sommes rentrés dans une période de profonde incertitude sur la façon dont nous nous fournirons en énergie pour obtenir de l'électricité, nous chauffer et nous déplacer, et sur le prix que nous devons payer cette énergie. Il faut entre dix et quinze ans entre la décision d'investissement et la production d'un grand projet d'énergie, et à ce jour nous n'avons pas suffisamment de nouveaux projets qui puissent satisfaire la croissance et la demande anticipée ».

Faisant référence à la marée noire du golfe du Mexique, Mr Ward souligne : « les risques d'aller dans un terrain de plus en plus imprévisible pour extraire de l'énergie ».

Dans un violent plaidoyer suite à la tragédie de la plate forme « Deep horizon » en Louisiane, Thomas Friedman, éditorialiste au New-York

Times, suggère avec force au Président Obama de saisir cette tragique opportunité pour sortir les USA de leur addiction au pétrole : « C'est l'un des rares événements sismiques qui créent la possibilité de mobiliser le pays pour faire quelque chose de vraiment important » et il ajoute : « Obama devrait profiter de ce 11 septembre pour faire adopter une loi mettant fin à notre dépendance au pétrole : « The Obama End to Oil Addiction Act » ; Il s'appuie pour cela sur un récent sondage effectué par l'institut Gallup qui confirme que 55% des Américains estiment que l'environnement devrait avoir priorité sur la production d'énergie (39% donnent priorité à l'énergie). En mars dernier encore 50% des Américains donnaient priorité à l'énergie et 43% seulement à l'environnement.

#### Scénario fiction : un troisième choc pétrolier :

Vivre avec un pétrole à 200\$? :

« On s'en est bien sorti avec un baril à 80\$, mais cela ne veut pas dire qu'on fera de même avec un baril à 200\$. Des prix de cet ordre auraient des conséquences énormes à l'échelle mondiale » déclare Daniel Yergin, auteur de « les Hommes du pétrole ».

Le pétrole fait tourner une si grande partie de l'économie mondiale qu'il est presque impossible d'imaginer un Monde où le baril coûterait 200\$. Une chose est sûre : cela forcera les pays à devenir plus écolos beaucoup plus vite, notamment en économisant l'énergie et en exploitant de nouveaux combustibles non fossiles.

**De nombreux pays, notamment les PVD, dont la Chine, ont recours aux subventions pour amortir les répercussions sur les prix à la pompe,** et permettre à leurs populations de rouler en voiture, masquant les

coûts réels du pétrole, situation intenable lorsque le baril dépassera les 200 \$ : Déjà au plus fort d'un baril frôlant les 150\$ en Aout 2008, de nombreux pays d'Asie et du Moyen Orient ont été contraints d'abandonner le contrôle du prix des carburants (Syrie, Jordanie, Egypte, Inde, Indonésie,...) et d'augmenter fortement le prix de l'essence à la pompe (+40% en Malaisie, 8 à 17% en Inde : Pour ces deux pays, les aides représentaient de 3 à 7% du PIB) !

### Le problème des subventions :

les subventions publiques à l'énergie sont dans la ligne de mire de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE). L'institution basée à Paris leur reproche essentiellement de masquer le coût réel de l'usage de l'énergie, externalités (environnement, climat) comprises. Résultat : parce que le prix est artificiellement maintenu à des niveaux bas, les consommateurs et usagers n'ont pas tendance à économiser l'énergie. Pour frapper les esprits, les économistes de l'AIE ont évalué le montant global des subventions publiques à l'énergie. Un montant estimé à 550 milliards de dollars.

### Un pétrole à 200\$, quelles conséquences :

- ✚ Une chance pour la planète : re-localisation des emplois/industrie, moins de pollution, comportement vertueux ?
- ✚ Régionalisation du commerce et même renversement du processus de mondialisation ? : L'Explosion des coûts du transport va ralentir les échanges commerciaux, les délocalisations, et bouleverser nos modes de consommation. Aujourd'hui, Le faible coût des transports conduit à des aberrations écologiques : exemple des poulets et poissons

surgelés en Europe, ou aux USA, qui passent par la chine pour être découpés en filets avant de revenir, emballés dans du cellophane, dans les rayons de nos supermarchés.

- ✚ Un ralentissement du commerce international ? : Quand le baril de pétrole valait 20\$, le transport représentait un surcoût de 3% aux USA ; Quand le prix du baril atteindra 200\$, on arrivera à 15%. Ce surcoût étant répercuté sur les consommateurs, la demande de certains types d'importations chutera.
- ✚ De nouveaux modes de consommation : changer sa manière de vivre ?

### Le Charbon : Une Renaissance ?

Le moteur de la première révolution industrielle délaissé par les pays développés dans les années 80 à cause de son prix d'extraction prohibitif comparé au pétrole, sa dangerosité, sa pollution revient en grâce, non seulement dans les pays en développement (Chine et Inde), mais également dans les Pays développés (Allemagne, Pologne en tête) grâce au renchérissement du prix du pétrole, de son épuisement annoncé et au nom d'une nécessaire diversification énergétique.

Le minerai continue de s'imposer au niveau mondial comme une source d'énergie de premier rang. Et son succès ne devrait pas faiblir dans les années à venir au nom de l'indépendance énergétique, et de l'accès à un combustible abondant (les réserves en l'état sont estimées à plus d'un siècle) et facile à utiliser ; Malgré son bilan environnemental désastreux (la combustion du charbon émet de grandes quantités de CO<sup>2</sup>), sa consommation entre 2000 et 2006 a augmenté de 5% par an, supérieure à celles des autres combustibles.

Le charbon est encore très présent dans la production d'énergie.

Il est la source de 50% de l'électricité aux Etats-Unis, de 66% en Inde et 78% en Chine, contre un peu plus de 4% en France. Du coût, l'extraction bat son plein. La production mondiale devrait croître de près de 60% entre 2006 et 2030 d'après les projections de l'AIE. Celles de la Chine et l'Inde devraient doubler sur cette période, tandis que celle de la Russie devrait croître de près de 75%.

En Europe, où globalement la consommation a reculé en 2008, des projets d'ouverture de mines et de création de

centrales continuent de voir le jour, en Allemagne, en Pologne, ou même au Royaume Uni. Pour pallier aux critiques des ONG et à l'inquiétude des populations et riverains sur ces nouveaux projets d'extraction et de centrales, les compagnies d'électricité et les responsables politiques invoquent la prochaine mise en place de technologies de capture et de stockage de carbone comme moyen de rendre le charbon « propre ». Pourtant compliquées à mettre en œuvre, les technologies de capture du carbone ne devraient pas être au point avant 2020 au plus tôt, et ne devraient produire leurs effets sur les émissions de CO<sup>2</sup> qu'à partir de 2030.

## Focus

### Stockage carbone :

Le dioxyde de carbone s'attarde longtemps dans l'air ; son processus d'élimination complexe dure entre cinquante et cent ans. A peu près la moitié du gaz carbonique que nous avons émis se trouve encore dans l'atmosphère. Le principe du stockage carbone est de récupérer le CO<sup>2</sup> émis par les industries lourdes (centrales thermiques, cimenteries, raffineries, etc...) soit près des 2/3 des émissions de CO<sup>2</sup> dans le monde, de le transporter par bateau en phase liquide ou par canalisations, puis de le stocker dans des structures géologiques profondes capables de le retenir en toute sécurité pendant plusieurs siècles.

Le CO<sup>2</sup> serait stocké dans des roches poreuses souterraines dites « roches réservoir » à des profondeurs comprises entre 800 et 5000m :

1° Des gisements de pétrole et de gaz naturel épuisés (capacité de stockage de 1000 milliards de tonnes de CO<sup>2</sup>)

2° Des aquifères profonds remplis d'eau salée impropre à la consommation et à l'agriculture (capacité de stockage de l'ordre de 10 000 milliards de tonnes de CO<sup>2</sup>)

Les technologies de transport de CO<sup>2</sup> par canalisations et d'injection sont opérationnelles à des coûts raisonnables. En revanche, les techniques de captage existantes sont encore trop chères car elles consomment beaucoup d'énergie. Les recherches en cours visent à les rendre plus performantes et moins onéreuses.

Dans le Monde, 141 projets sont actuellement en cours de développement. En Europe, la Commission soutient la construction d'une petite dizaine de centrales électriques équipées d'un système de capture de gaz carbonique.

La France engage un programme de R&D important sur la capture et la séquestration géologique du carbone. Total, mène depuis quelques mois, une expérience de stockage sur le site historique de Lacq (ex champ gazier). L'Ademe a annoncé vouloir consacrer 45 millions d'euros au co-financement de trois expérimentations de captage sur des centrales à charbon, et consacrer 54 millions d'euros à la recherche de sites de stockage dans les sous-sols de plusieurs régions françaises.

Dans un rapport spécial, publié en 2007, le GIEC estime que 15 à 20% des émissions industrielles de CO<sup>2</sup> pourraient ainsi être traitées d'ici 2050.

## Le gaz naturel.

D'un usage plus récent que le pétrole, le gaz est la source d'énergie qui a connu la plus grande croissance depuis le premier choc pétrolier de 1973 : il fournit aujourd'hui 21% de l'énergie primaire consommée dans la Monde, ce qui le place en troisième position, derrière le pétrole et le charbon.

Le gaz naturel semble être, à bien des égards, un combustible fossile idéal, entre autres parce qu'il permet de produire de l'électricité dans des turbines à gaz compactes et extrêmement efficaces qui peuvent avoir leur place dans les agglomérations tout en leur fournissant de la chaleur. De fait beaucoup d'habitations, logements, usines troquent leur chaudière au fioul ou charbon contre du gaz naturel. La combustion du méthane libère deux fois moins de dioxyde de carbone que la même quantité d'énergie produite à partir du charbon ou du pétrole.

Autrement dit, alimenter en énergie un pays entièrement au gaz naturel réduit de moitié les émissions de gaz carbonique.

Mais le méthane est un gaz à effet de serre vingt cinq fois plus puissant que le dioxyde de carbone. Et tout le continent sibéro-arctique est couvert de sol gelé (le permafrost) qui sous l'action du réchauffement climatique dégèle, et va libérer des volumes considérables de méthane. Cette catastrophe est en train de se produire.

Les solutions pour réduire notre dépendance et notre addiction aux énergies fossiles :

## Les économies d'énergie

La priorité des priorités, c'est de dimi-

nuer massivement la quantité d'énergie nécessaire pour vivre. Ce sujet n'est pas au cœur des débats, qui se concentrent plutôt sur les différents modes de production d'énergie. C'est pourtant le levier principal d'action : Recourir à un combustible bon marché, propre et disponible tout de suite : les économies d'énergie.

L'AIE (agence internationale de l'énergie) vient de rendre public un scénario prévisionnel (rapport paru en 2008 cf bibliographie) qui examine l'importance relative d'une dizaine de programmes d'action pour faire chuter les émissions de 50 gigatonnes de CO<sup>2</sup> en 2050 (suivant les recommandations du GIEC et du facteur 4). Ses conclusions confirment amplement les scénarios « sobres » élaborés vingt ans plus tôt. Ce sont de loin les mesures de maîtrise de l'énergie qui occupent la première place avec 54% du potentiel total. Le très rigoureux programme d'énergies renouvelables envisagé représente quant à lui 21% du potentiel de réduction. La relance d'un vaste programme nucléaire mondial et surtout la généralisation massive dans l'ensemble du monde des technologies de capture de CO<sup>2</sup>, ne représentent que 25% du potentiel de réduction (19% pour la capture du CO<sup>2</sup>, et 6% pour le nucléaire).

Plus de la moitié du potentiel de réduction repose sur les économies d'énergie. Quasiment en totalité au niveau des utilisateurs finaux : avec des maisons mieux isolées, de l'électroménager moins gourmand, des automobiles plus performantes, moins d'étalement urbain, ... les recettes sont connues !

Les techniques et moyens pour économiser l'énergie sont également connus ; les outils aussi : normes, taxes, permis, incitations fiscales qui pousseraient les acteurs, ménages, entreprises à aller

dans ces directions ; Reste la volonté politique de les mettre en place ! Les entreprises ne sont pas hostiles à cette mise en œuvre si celle-ci est générale et programmée dans le temps et en terme d'évolution de coût (exemple de la taxe carbone progressive) afin de programmer leurs investissements, la recherche de nouveaux produits, etc.

Nous devons de toute façon mettre un terme à la prodigalité avec laquelle nous avons utilisé l'énergie au nom de la solidarité internationale Nord- Sud. Un partage des ressources s'impose car la croissance énergétique des pays du sud se fera forcément au détriment de la nôtre. Pour que les habitants des

pays en développement puissent légitimement doubler leur consommation, il faudra que l'on divise la nôtre par deux. La sobriété des pays riches passe par une meilleure efficacité énergétique (coût : 2 à 3% du PIB pendant 30 ans). Sans rupture vers la sobriété, les gains d'efficacité énergétique engendrés par le progrès technique se perdent vite dans l'effet rebond.

### L'efficacité énergétique

Le « parent pauvre » immense réservoir d'économie énergétique, à l'exemple des « smartgrids » (réseaux électrique intelligent).

## Focus

### Qu'est-ce que les « Smartgrids » ? :

**Une nouvelle révolution. Ce n'est sans doute pas une expression trop forte pour qualifier la transformation que le réseau énergétique s'apprête à vivre. Alors que dans la plupart des pays, il vit la dérégulation du secteur, il lui faut désormais passer une nouvelle étape, et se doter enfin d'une « intelligence ». Le réseau électrique est né à la fin du XIXe et il entre dans le XXIe à la vitesse de la lumière pour devenir ce que beaucoup imaginent comme un internet de l'énergie. Parmi les objectifs de ces nouveaux réseaux, la réduction de la consommation de ressources épuisables et des émissions de GES.**

**Pour assurer une production qui réponde à une demande croissante (de nouveaux équipements électriques font leur apparition et certains usages basculent vers l'électricité (véhicules)) en préservant au mieux l'environnement, l'information doit circuler entre les sources d'énergie, le réseau de transport, les utilisateurs professionnels et individuels. De cette transformation, naîtront qui plus est, de nouveaux services et systèmes de tarifications.**

**Pour l'European Technology Platform, les Smartgrids, ce sont des réseaux électriques intelligents, qui « intègrent » le comportement et les actions de tous les utilisateurs connectés – producteurs, consommateurs, et ceux qui tiennent les deux rôles – dont l'objectif est de proposer efficacement la fourniture d'une électricité durable, économique et sécurisée. Ils s'appuient sur des produits et services innovants pour une surveillance, un contrôle et une communication intelligents ainsi que des technologies d'auto-réparation.**

Les observateurs rappellent par ailleurs qu'il ne faut pas confondre smart grid et smart meters (compteur intelligent). Mieux encore, les smart grids peuvent bel et bien exister sans ces nouveaux compteurs. L'intelligence étant apportée au transport et à la distribution. Ces appareils, smart meters restent néanmoins les meilleurs moyens d'influencer les changements de comportement des consommateurs.

**Pourquoi un réseau électrique intelligent :** parce que les ressources naturelles viennent à manquer, parce qu'il faut réduire les GES, parce que la consommation électrique va exploser (en France, elle est passée de 350 TWh en 1990 à près de 500 TWh en 2009), parce que les consommateurs vont produire leur électricité, parce que les énergies renouvelables doivent être prises en compte, ... les raisons ne manquent pas qui poussent ce dernier à se doter d'une intelligence dont il n'a jamais disposé. Aujourd'hui EDF vend de l'énergie nucléaire à ses voisins le matin pour cause de surplus puis leur achète une énergie carbonée à l'occasion des pics du soir ! La plupart des autres pays ont des problèmes similaires, quand ils ne font pas face à une vétusté de leur réseau ou à des black-out à répétition. Il y a donc une urgente nécessité de mieux gérer l'électricité sur l'ensemble du réseau.

Acteurs et observateurs s'accordent cependant tous pour prédire au moins une dizaine d'années de délai avant que cette transformation ne se concrétise. Avant qu'elle ne prenne toute sa dimension, depuis la production jusqu'au consommateur, en passant par le transport et en intégrant les objets intelligents, les véhicules électriques, les bâtiments, etc. Ce nouveau système d'information est complexe, demande la création de nouveaux systèmes matériels et logiciels de haut niveau et implique une variété et un nombre important d'acheteurs qui ne sont pas tous issus de l'énergie.

Dans le monde entier, y compris en France (région Bretagne), on assiste à des expérimentations qui devraient assez vite être évaluées et aboutir à de véritables expériences pilotes. Et dans le cadre de ces essais, les compteurs intelligents et consorts ont la vedette. Ils s'installent dans les bâtiments professionnels et les logements. Et si ce n'est pas par le petit bout de la lorgnette, ils donnent à tout un chacun une première vision de ce futur proche. Ils font toucher du doigt au consommateur cette future transformation qui lui donnera une visibilité plus claire et permanente de sa consommation.

Avec le premier choc pétrolier, la notion « d'efficacité énergétique » (produire plus avec moins d'énergie) est apparue lorsque les experts ont constaté que la croissance pouvait se faire à consommation d'énergie égale grâce aux programmes d'économie d'énergie (exemple de l'isolation des bâtiments). Cette notion allait contre les théories dominantes : plus de richesse = plus d'énergie consommée (le rapport entre PIB et consommation d'énergie constant). Ainsi en France, après une hausse continue depuis les années 70,

la consommation d'énergie se stabilise depuis 2007, alors que le PIB continue d'augmenter. L'Europe s'est fixée un objectif (les 3 X 20) d'améliorer de 20% son efficacité énergétique d'ici 2020.

Le pari des années à venir :

- Développer des technologies moins gourmandes en énergie, notamment pour l'ensemble des biens manufacturés (voiture, appareils ménagers, ordinateurs, ...)

- Traquer les déperditions et perte d'énergie (à l'exemple de l'eau) sachant que près de 10% de l'électricité produite est perdue avant même de parvenir jusqu'à l'utilisateur (pertes liées au réseau électrique).
- Réfréner sa consommation au fur et à mesure que les prix de l'énergie augmenteront
- Réduire la fracture technique : permettre aux pays du Sud d'accéder aux technologies les plus modernes afin d'améliorer également leur efficacité énergétique. Ce transfert de technologies des pays du Nord vers les pays du Sud doit s'opérer dans le cadre des stratégies d'adaptation au changement climatique (voir thème 1).

## La France peut-elle réduire de 30% ses émissions de GES

### Focus

Etude publiée par le Centre d'analyse stratégique CAS : rappelant que près de 90% de sa production électrique est décarbonée (nucléaire + hydroélectrique) l'étude souligne que la France dispose de moins de moyens d'actions que ses partenaires pour atteindre cet objectif. Pour réduire d'un tiers en quinze ans son empreinte carbone, l'Hexagone doit se lancer dans quatre grands programmes :

- Rénovation de son parc immobilier (400 à 500 000 logements par an et 20 millions de m2 de tertiaire par an)
- Maîtrise de la demande en énergie (baisse de 2,2% par an de l'intensité énergétique)
- Réduction des émissions des centrales électriques thermiques à la flamme
- Large déploiement des véhicules électriques et hybrides.

Dans tous les cas écrivent les rapporteurs, quelle que soit la façon dont évolue la situation économique : « l'atteinte des objectifs de réduction de CO<sup>2</sup> à l'horizon 2020, nécessite le recours à l'intervention publique car le marché ne conduira pas de lui-même à une telle évolution ».

## 4 - La transition vers les énergies « propres »

Le passage à une économie reposant sur des énergies moins polluantes peut et doit se faire graduellement. Les coûts seront ainsi bien moindres.

La bonne solution consiste à augmenter progressivement les factures des consommateurs (via des mécanismes comme la contribution climat énergie progressive à l'exemple de la Suède) et à permettre aux entreprises de s'adapter petit à petit (via des mécanismes comme « les marchés des droits à polluer », initiatives de « compensation », comme le reboisement, ...).

Le changement de sources d'énergie aura un coût, mais cela ne devrait guère freiner la croissance selon, Robert N Stavins (Directeur du programme d'économie environnementale de Harvard) « **A mesure qu'elles se sont développées, nos économies sont devenues des spécialistes de l'optimisation, parvenant à produire toujours plus à partir de la même quantité d'énergie** ».

Entre 1990 et 2007, la croissance économique mondiale a augmenté de 75%, tandis que les émissions polluantes mondiales ne progressaient que de 38%. Si nous optons pour un changement progressif, il ne s'agira pas de nous débarrasser des centrales encore en fonctionnement, mais de faire de bons investissements. Le coût de ces réformes : les meilleures analyses économiques estiment que la mise en place d'une telle politique aux USA représenterait à long terme, beaucoup moins de 1% du PIB annuel, ou un maximum de 175\$ par ménage en 2020. Plus nous tarderons à agir, plus il nous faudra agir radicalement, plus cela nous coûtera cher, rejoignant en cela les conclusions du rapport Stern.

Le facteur temps pourrait nous obliger à renoncer aux énergies fossiles beaucoup plus tôt que prévu ! (cf thème 1)

### Sauver par l'énergie verte ?

Il existe beaucoup de technologies vertes prometteuses, mais aucune ne va nous sauver tout de suite : « C'est croire en un faux dieu explique Robin West, (président de PFC Energy), il va certes y avoir des changements radicaux dans les technologies, mais on oublie la taille de l'industrie du pétrole. Les 20 milliards de litres d'éthanol produits en 2008, au prix de subventions énormes pour les paysans et d'une hausse des prix des produits alimentaires, représentent l'équivalent de la production annuelle d'une plate forme pétrolière ».

**Les ENR** : le mirage technologique ? sortir d'une économie tout carbone alimentée par le pétrole, le gaz et le charbon.

**La part des ENR dans la production électrique mondiale, essentiellement l'énergie hydro-électrique et l'éolien devrait passer de plus de 18% en 2006 à 23% en 2030**, selon les analystes de l'AIE.

La Chine est aujourd'hui premier producteur mondial d'électricité d'origine renouvelable.

A l'échelle européenne, la part des renouvelables augmente également régulièrement. Elle est passée de 14,2% en 1998 à 17% en 2008, là encore grâce à l'éolien, dont la croissance annuelle moyenne entre 1998 et 2008 atteint 26,6% dans l'Union Européenne. Rappelons que l'objectif européen est d'arriver à 20% d'énergie renouvelable dans le mix énergétique en 2020.

Les autres filières renouvelables (solaire, géothermie, énergies marine) bien que contribuant à moindre échelle à la production d'électricité, ont également poursuivi leur progression. La croissance de la production d'électricité photovoltaïque s'est d'ailleurs accélérée puisqu'elle s'élève à 49% entre 2007 et 2008 contre une moyenne annuelle de 39% entre 1998 et 2008.

### Hydroélectricité

Avec plus de 16% de la production mondiale d'électricité, **l'énergie hydroélectrique est également la première source de production d'électricité renouvelable** : elle représente 86% de la production renouvelable, très loin devant la biomasse (5,9%) et l'éolien (5,7%). L'attention croissante portée aux ENR donne aussi une nouvelle jeunesse au barrage (avec toutes les contraintes et polémiques de leurs impacts sur l'environnement).

De fait, l'énergie hydroélectrique peut compter dans les années à venir sur un solide réservoir de croissance en Chine et en Inde. Le barrage des Trois-Gorges a ainsi grandement contribué à l'augmentation du potentiel hydroélectrique en Chine (100TWh), qui devrait à elle seule représenter plus de moitié de la puissance hydroélectrique supplémentaire dans le monde d'ici 2020.

Dans l'Union Européenne, l'hydraulique reste la première source d'électricité renouvelable à hauteur de 60%. Après la Norvège (98% de son électricité), la France dispose du deuxième parc installé en Europe. L'énergie hydraulique constitue la seconde source de production d'électricité en France derrière le nucléaire. « La convention d'engagement pour le développement d'une hydroélectricité durable » a été signée le 23 juin, après plus de 18 mois de

travaux. Au final, Etats, élus, entreprises productrices d'électricité, association de protection de l'environnement et pêcheurs semblent avoir trouvé un terrain d'entente autour d'objectifs communs : accroître la production hydroélectrique de 3 TWh par an d'ici 2020 en atteignant le bon état d'au moins 66% des masses d'eau en 2015. Un exemple réussi de coopération entre toutes les parties prenantes pour prendre en compte la préservation de la biodiversité.

Quant aux énergies marines, elles en sont encore à leurs balbutiements, à l'exception de la technologie marémotrice. Mais les océans couvrent 70% du globe, le gisement est donc prometteur, qu'il s'agisse de la force des vagues et des courants. Les experts estiment que ce secteur n'arrivera pas à maturité avant une dizaine d'années.

### Eolien

A côté du solaire, l'un des plus grands bénéficiaires de plans gouvernementaux est l'éolien.

La croissance de ce secteur qui était de plus de 20% depuis trois, quatre ans, au point que les constructeurs de turbines n'arrivaient pas à suivre, a été affectée par la récession économique.

Malgré la crise qui a ralenti les investissements, **le parc éolien dans le Monde devrait progresser d'environ 10% en 2009, pour atteindre un peu plus de 130 GW (gigawatts) de puissance installée.** Cependant, la production par le vent reste marginale dans le bilan électrique mondial : 1,5% de la consommation électrique de la planète selon les statistiques de l'association mondiale de l'énergie éolienne.

Le potentiel de croissance de l'éolien est très loin d'être atteint, en particulier celui de l'éolien offshore. Les tests d'éoliennes offshore sur fondations flottantes actuellement en cours en Norvège pourraient en outre ouvrir une nouvelle voie de développement à fort potentiel pour l'éolien à de hautes profondeurs océaniques, dont les coûts de mise en place sont pour l'instant trop élevés.

Projet offshore RFA : D'ici 2030, **près de quarante parcs éoliens offshore installés en mer du Nord et en mer Baltique, devraient approvisionner jusqu'à 12 millions de foyers en électricité !** D'ici à 2020, Berlin veut couvrir 25% de sa consommation annuelle d'électricité

avec l'énergie éolienne. Ces éoliennes offshore restent un immense défi technologique, car elles sont implantées là où la mer atteint 30 à 40 mètres de profondeur. Le prix d'un parc offshore représente jusqu'à quatre fois celui d'un parc sur terre ferme.

Le plus grand danger menaçant l'éolien provient des oppositions locales qui se développent dans beaucoup de pays, y compris en Chine. En Europe s'est créée une plate-forme européenne contre les éoliennes industrielles (EPAW). Les opposants estiment qu'il existe des moyens moins coûteux de réduire les émissions de gaz à effet de serre, et que l'atteinte aux paysages ne peut être tenue pour négligeable.



## l'éolien en France (le Grenelle 2)

La France offre le deuxième potentiel de vents en Europe, mais dresse des obstacles sur la route de l'éolien, révélé au grand jour pendant les discussions sur le Grenelle 2. Le gouvernement a dû arbitrer entre les anti-éoliens qui veulent encadrer sévèrement le développement de cette énergie, et les industriels et associations pro-environnement qui se démènent pour favoriser l'émergence de projets. Le rapport préconisait de soumettre les éoliennes de plus de 50 mètres au régime des installations classées (au même titre que les sites industriels à risque), une limite minimale de puissance de 15MW par parc (pour éviter la dissémination) ainsi qu'une distance minimale de 500 mètres entre les turbines et les habitations.

L'impact sur le paysage des éoliennes est vivement débattu, ainsi que ses nuisances sonores ; Les turbines ont également été accusées de provoquer une importante mortalité d'oiseaux. Pourtant les études effectuées, notamment par l'Afsset montre qu'il n'y a pas de réel effet liées à l'exposition aux basses fréquences et aux infrasons générés par ces machines.

Pour les professionnels de l'éolien, l'empilement des procédures et des recours, ralentissent voire empêche la création de sites, nuisent au développement de la filière et à sa compétitivité, et risquent de compromettre l'engagement de la France à réaliser l'objectif de 20% de sa production d'électricité d'origine renouvelable d'ici 2020. Concernant l'éolien en mer, la France prévoit dans le cadre du Grenelle de la mer l'installation de 6000 MW en 2020

Au final, le Grenelle II retient des mesures suivantes : Les éoliennes sont désormais soumises au régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE comme les stations services) et doivent se développer dans le cadre de schémas régionaux éoliens. Les unités de production de l'éolien doivent comporter au minimum 5 mâts, à une distance d'au moins 500 mètres des habitations.

Ces mesures selon l'avis du secteur éolien, ne faciliteront pas la réalisation de l'objectif éolien (19 000 MW à terre en 2020) ; Le gouvernement, pour prouver sa bonne foi, a fait inscrire dans la loi l'engagement de construire au moins 500 éoliennes par an.

### • Solaire :

Comme l'éolien, la filière solaire photovoltaïque a souffert de la crise économique, qui ne devrait cependant pas remettre en cause sa croissance à moyen et long termes. **A condition que soient levés les verrous technologiques qui l'empêchent aujourd'hui de concurrencer sans aides publiques les sources d'énergie traditionnelles.**

La puissance mondiale installée de 9,1GW en 2007 pourrait atteindre se-

lon l'EPIA (association européenne de l'industrie photovoltaïque) 44 GW en 2012. Sous réserve que les Etats maintiennent leur politique de soutien (décision non évidente en ces temps de rigueur) et sous réserve également que le coût des systèmes baisse de façon très significative et que leurs performances s'améliorent : « Pour que l'énergie solaire pénètre massivement les foyers et les réseaux électriques, le prix de production du watt photovoltaïque doit être divisé par deux ou trois » estime Jean-Pierre Joly, directeur de l'Institut

National de l'Énergie Solaire (INES). En cause le silicium, dont sont composées 90% des cellules.

La Chine, premier fabricant mondial de modules photovoltaïques, à 95% pour l'exportation, amorce sa révolution énergétique et projette de multiplier par 100 ou 200 la capacité de ses propres installations d'ici à 2020. L'Inde, aujourd'hui nain solaire, envisage de couvrir d'ici 10 ans, 8% de sa consommation électrique à partir du solaire.

**Solaire thermique** : ce sont des centrales thermiques à concentration dans lesquelles des miroirs focalisent la lumière du soleil vers des circuits d'eau dont les vapeurs actionnent les turbines. La puissance du solaire thermique devrait atteindre 20 GW en 2020, prévision qui correspond à une multiplication par 40 du parc actuel mondial. D'ici 10 ans, le coût de l'électricité produite par le solaire thermique pourrait être comparable à celui de l'électricité éolienne et inférieur à celui du photovoltaïque.

**Le projet « Desertec »** : un immense chantier de centrales électriques dans le Sahara (porté par un consortium industriel et financier piloté par le réasseur germanique Munich Ré), **qui pourrait couvrir 15% des besoins de l'Europe d'ici 15 ans** ; il s'agit de construire en Afrique du Nord, au Proche Orient, et en Europe du Sud, des batteries de centrales solaires interconnectées, capables de couvrir une partie des besoins énergétiques des pays producteurs, mais aussi 15% de la consommation électrique en Europe à l'horizon 2025. Coût prévu : 400 milliards d'euros sur quarante ans (soit

10 milliards/an). Principaux obstacles : géopolitique, le projet ne peut fonctionner que dans un rapport de réciprocité.

**Centrale solaire en orbite** : projet japonais à l'horizon 2030 ? : Il s'agit d'assembler sur une orbite géostationnaire (36 000 kms) un engin capable de déployer d'immenses panneaux solaires et d'en convertir l'énergie en un rayonnement électromagnétique de type laser ou micro-onde. Ce flux serait récupéré à la surface terrestre par des antennes paraboliques dédiées, puis converti en courant électrique. Intox ou effet d'annonce ? Les projets pharaoniques se multiplient (voir Desertec, le barrage des Trois-Gorges) pas toujours crédibles ou sans financement avéré, mais qui prouvent que les pays industrialisés tentent à marche forcée de tourner la page des énergies fossiles !

### Biomasse

Cette filière qui utilise les végétaux d'origine agricole ou forestière, les déchets de l'élevage et les ordures ménagères pour produire de l'électricité assure désormais 17% de la production d'électricité renouvelable en Europe et constitue la deuxième source renouvelable à l'échelle de la planète. La France, premier producteur européen d'énergie primaire à partir de biomasse, a lancé, en janvier 2009, un appel d'offres pour la construction de nouvelles centrales électriques à biomasse, pour une puissance cumulée de 250MW.

La biomasse traditionnelle (bois, charbon de bois, bouses et déchets agricoles) assure également environ 10% de nos besoins en énergie, et plus d'un quart de la population mondiale ne peut compter que sur elle. Dans le tiers monde, parti-

culièrement en milieu rural, 2 milliards et demi de personnes utilisent la biomasse (et ce depuis des millénaires) pour leurs besoins culinaires, qui représentent 90% de leur consommation domestique d'énergie. **Ce nombre a plutôt tendance à augmenter.** On croit que la biomasse est renouvelable, mais cela dépend du taux de prélèvement. S'il est excessif, cela conduit à la désertification de régions entières. De plus, la combustion du bois en foyer ouvert est très toxique, et on estime à 1,3 millions de personnes, surtout femmes et enfants, qui meurent prématurément chaque année du fait de la pollution atmosphérique générée par cette combustion.

Le bois en tant qu'énergie représente encore 80 % de la consommation énergétique en Afrique sub-saharienne.

### Géothermie

La géothermie utilisée pour produire de la chaleur ou de l'électricité, fournit 1,7% des énergies renouvelables de la planète, soit une portion congrue. Le Japon, la Chine, l'ex URSS, les pays d'Europe centrale et orientale, et les USA sont les principaux pays producteurs de chaleur géothermique. Les centrales électriques géothermiques, sont concentrées aux USA, aux philippines, au Mexique et en Indonésie, avec une mention particulière pour l'Italie, qui dispose de 95% de la puissance installée en Europe.

La France, premier marché européen de pompes à chaleur, s'est donné comme objectif de multiplier par six son potentiel géothermique d'ici à 2020.

### Le nucléaire

L'énergie nucléaire, qui contribue, en 2008, à hauteur de 17 % à la produc-

tion mondiale d'électricité est un sujet de débat hautement politique qui déclenche les passions. Energie propre pour les uns, car faiblement émetteur de CO<sup>2</sup>, la majorité des ONG dénoncent la dangerosité de l'activité du nucléaire et la problématique des déchets. Conséquence de ce rapport de force, la stratégie énergétique nucléaire des pays est très différenciée : absence de production électro-nucléaire, arrêt programmé des capacités de production, moratoire sur la construction de nouvelles tranches, projet de centrales ou travaux de réalisation en cours.

Le débat sur l'énergie nucléaire porte sur plusieurs questions distinctes, qui impliquent essentiellement :

➤ les risques environnementaux

➤ les aspects politiques

L'approvisionnement en uranium provient de zones géographiques diversifiées (Canada, Afrique, Australie, Asie), politiquement plus stables que certains pays exportateurs de pétrole, comme ceux du Moyen-Orient. Selon le ministère français de l'Économie, cette stabilité constitue une garantie quant à la sécurité d'approvisionnement. Des réserves d'uranium supplémentaires existent en France ; elles ne sont pas exploitées aujourd'hui parce que non rentables dans les conditions actuelles du marché de l'uranium naturel.

Les six premiers pays producteurs sont : le Canada (30 % du total), l'Australie (21 %), le Niger (8 %), la Namibie (7,5 %), l'Ouzbékistan (6 %) et la Russie (6 %). D'après l'OCDE-AEN (livre rouge), les ressources minières en uranium répertoriées aujourd'hui dépassent un total

de 17 millions de tonnes. Soit 300 ans de consommation actuelle, à des conditions d'accès toutefois très différentes. Les réserves de minerai à coût d'exploitation inférieur à 40 \$ le kilo sont suffisantes pour 30 ans (60 ans pour moins de 80 \$ le kg). Enfin, la généralisation de la technologie des réacteurs à neutrons rapides (moins consommateur d'uranium) permettrait de multiplier la durée de vie prévisionnelle des réserves par un facteur 50 (soit de 60 ans à 3 000 ans de consommation au rythme actuel).

Le nucléaire représente 17% de l'énergie française. En effet, l'électricité d'origine nucléaire représente 78 % de la consommation électrique française, mais seulement 17 % de la consommation finale d'énergie française. En France, bien que la totalité de l'uranium minier soit importée, l'électricité d'origine nucléaire est considérée comme une ressource indigène car environ 95 % de la valeur ajoutée est produite sur le territoire. Le coût du minerai ne représente ainsi qu'environ 5 % du coût total de la filière. Par comparaison, le gaz représente 70 % à 90 % du coût de l'électricité d'une centrale à gaz et le charbon 35 % à 45 % du coût de l'électricité d'une centrale au charbon. Plusieurs pays, majoritairement européens, ont abandonné la production d'énergie d'origine nucléaire depuis 1987, suite à la catastrophe de Tchernobyl. L'Australie, l'Autriche, le Danemark, la Grèce, l'Irlande, qui ne disposaient pas alors de centrales, proscrirent tout nouveau projet de construction. La Pologne a même arrêté la construction d'une centrale.

La Belgique, les Pays-Bas, l'Espagne et

la Suède ont décidé de ne pas construire de nouvelle centrale, mais continuent d'exploiter les centrales existantes. L'Allemagne va encore plus loin en fermant volontairement des centrales avant leur date théorique de fin d'activité, dans le cadre d'un plan de « sortie du nucléaire » qui doit s'achever vers 2018 s'il n'est pas remis en cause entre temps.

Pourtant, l'épuisement annoncé et le renchérissement prévisible des énergies fossiles, et des besoins toujours croissants en énergie dopent en ce début de XXI<sup>e</sup> siècle l'énergie nucléaire qui revient en force sur la scène internationale, à travers les annonces de contrats pharaoniques entre les industriels du secteur et les pays clients, principalement émergents dont la Chine : 21 centrales sont actuellement en construction et elle envisage la construction de 36 tranches nucléaires de 1 000 MW dans les 15 ans à venir.

Cela portera à 4 % contre 2,1 % actuellement la part du nucléaire dans la consommation chinoise d'électricité. Pékin a passé des contrats de plusieurs milliards de dollars, portant sur des réacteurs de troisième génération, avec Areva d'un côté, et Westinghouse de l'autre. L'Inde construit actuellement de nouvelles centrales nucléaires. En 2006, 3 % de l'électricité (soit 0,6 % de l'énergie) de l'Inde était d'origine nucléaire, et la politique actuelle vise à porter ce taux à 25 % (soit 5 % de l'énergie) pour 2050. Les États-Unis envisagent de relancer la construction de réacteurs, stoppée après l'accident de Three Mile Island (1979).

Deux axes de recherche majeurs visent à améliorer la performance du nucléaire.

- Le premier concerne les recherches sur :
- la transmutation, devant permettre la construction de réacteurs dits « à neutrons rapides » ou « surgénérateurs ». Le principal avantage de cette avancée réside dans la diminution importante de la consommation d'uranium, qui apporterait un allongement considérable de la durée prévisionnelle d'exploitation des réserves de ce combustible. Le Japon a ouvert son premier surgénérateur commercial, fonctionnant au plutonium, en 1994, alors que la France a fermé le réacteur Superphénix par arrêté ministériel du 30 décembre 1998. La transmutation, bien que constituant une évolution technologique importante, n'apporte néanmoins aucune révolution sur les principes mis en œuvre : les réacteurs à neutrons rapides s'appuient toujours sur la fission nucléaire.
  - le passage de la fission à la fusion nucléaire (c'est le projet Iter : réacteur expérimental de fusion nucléaire): au lieu de « casser » des atomes lourds en atomes plus légers, la fusion doit permettre de fusionner des atomes légers (de l'hydrogène) pour créer des atomes plus lourds (essentiellement de l'hélium), libérant au passage une énergie considérable, 3 à 4 fois plus importante que l'énergie libérée par la fission. La fusion est le mécanisme de production d'énergie utilisée par le soleil, ou au sein des bombes H. Les principaux avantages de la fusion résident dans un niveau de production d'énergie beaucoup plus élevé, mais aussi par le fait que le combustible (les atomes d'hydrogène) se trouve de manière abondante sur Terre (dans l'eau notamment).

## Focus

### Iter

Reproduire une énergie qui ressemble à celle créée naturellement au cœur du soleil (la fusion nucléaire) est devenu un défi rassemblant une importante communauté scientifique. Le projet Iter, qui représente l'aboutissement de 40 ans d'expériences scientifiques menées simultanément à travers le monde, est l'un des éléments majeurs de ces recherches. Iter est un projet scientifique unique au monde par sa dimension internationale (34 pays rassemblés), son financement et son organisation. Le chantier ITER représente actuellement l'un des plus importants chantiers de la région Provence (Cadarache) qui durera environ 10 ans, pour une durée d'expérimentation et d'exploitation d'environ 20 ans.

Les pro-nucléaires avancent que la fusion devrait permettre de réduire considérablement les déchets dangereux en produisant essentiellement de l'hélium.

Ce à quoi les opposants au nucléaire répondent que la fusion devrait également produire d'autres particules radioactives. Quoi qu'il en soit, la fusion nucléaire est

encore très loin d'être une solution industrialisable. Les difficultés rencontrées sont principalement liées au fait que le processus de fusion, pour être initié et maintenu, nécessite des températures extrêmement élevées (de l'ordre de plusieurs dizaines de millions de degrés Celsius), ainsi que des dispositifs de confinement (notamment magnétiques) très élaborés.

Pour James Lovelock, le nucléaire est la seule source d'énergie que nous pouvons produire et consommer sans endommager la Terre. C'est aussi la seule que nous pouvons produire en quantité, fiabilité et régularité suffisante pour donner à notre civilisation le répit dont elle a besoin pour s'adapter.

#### Quel avenir pour les ENR ?

La demande d'électricité mondiale progresse en moyenne de 2,5% par an.

La crise a eu un impact sur la production globale d'électricité dont la croissance entre 2007 et 2008 n'a été que de 1,8% alors que la moyenne annuelle entre 1998 et 2008 atteint 3,5% ; Malgré cela la croissance de production de certains pays reste impressionnante : sur les dix dernières années, celle de la Chine atteint en moyenne 11,5% par an et celle de la Corée du Sud 7,5%. Or l'augmentation actuelle de la production d'électricité au niveau mondial est encore synonyme d'augmentation continue des émissions de gaz à effet de serre, **la production d'électri-**

#### **cité d'origine fossile étant encore quatre fois plus importante que celle de l'électricité renouvelable.**

Les renouvelables ont donc encore beaucoup à offrir, de nombreux pays l'ont bien compris. La Chine entend ainsi devenir le premier fabricant au Monde de panneaux photovoltaïques et d'éoliennes. Elle vise 15% d'énergies renouvelable en 2020.

Sa forte compétitivité forcera sans doute les producteurs européens et américains à lutter pour leur marché. Les ENR vont encore se renforcer.

Les ENR vont devoir prouver qu'elles peuvent s'installer durablement dans le paysage énergétique mondial, avec un modèle économique viable, sans un apport systématique de subventions.

Les critiques concernant l'accapement des terres agricoles par les biocarburants et le durcissement des procédures administratives pour l'implantation des éoliennes (exemple de la France) peuvent freiner les ardeurs des investisseurs.

Selon les prévisions de l'AIE, dans les vingt prochaines années, les ENR ne devraient pas prendre la part du lion dans le mix énergétique mondial. En excluant la biomasse traditionnelle (bois de chauffage, déchets agricoles,...) **elles ne devraient encore satisfaire que 10% de l'ensemble des besoins en énergie en 2030.** Il reste donc du chemin à parcourir.

## **5 - Le futur /prospective : la géo-ingénierie (les apprentis sorciers) : contrôler le climat de la planète pour en limiter le réchauffement ?**

Depuis quelques temps, et notamment pendant les derniers jeux olympiques, les chinois ont pris l'habitude pour disperser la pollution ou faire pleuvoir, d'envoyer

des fusées explosives remplies de produits chimiques pour « semencer » les nuages et favoriser les averses de pluies, voire de neige (novembre 2009). Il existe même

un directeur de l'Agence de modification de la météorologie qui explique le plus sérieusement du monde que « Nous ne manquerons aucune occasion de provoquer des précipitations artificielles, car Pékin souffre d'une sécheresse prolongée » Jouant ainsi les apprentis sorciers, les chinois rêvent d'accomplir l'un des fantasmes de l'être humain : maîtriser le climat et le modifier selon sa volonté, toujours dans cet esprit de domination de la Nature et d'artificialisation du Monde, ce qui bien évidemment n'est pas sans risque ! Magie ou pas, malgré le scepticisme des scientifiques, ces velléités de contrôler la météo suscitent un intérêt croissant, et pour des applications à plus grande échelle, devant la crainte quant à l'évolution du réchauffement climatique.

« Si le changement climatique tourne franchement mal, de nombreux pays vont se tourner vers des mesures désespérées ». Ces initiatives pourraient conduire à des catastrophes ou des conflits d'intérêt de pays limitrophes (comme on le constate déjà avec l'appropriation des ressources en eau), d'où la nécessité d'un encadrement strict de ces essais et pratiques au niveau international.

L'unilatéralisme en matière de géo-ingénierie inquiète les spécialistes à deux titres : d'abord pour les effets secondaires à grande échelle, dont la plupart sont inconnues, ensuite ces techniques une fois lancées, devraient probablement être maintenues, car y mettre fin risquerait d'entraîner un changement brutal du climat.

### Quelles sont ces techniques de géo-ingénierie ?

Deux principaux remèdes sont proposés : le premier consiste à réduire la quantité de chaleur reçue par la terre, le second à éliminer de l'atmosphère le dioxyde de carbone et les autres gaz à effet de serre (méthane, ...)

Quelques exemples :

- ✦ Envoyer dans l'atmosphère des ballons chargés de soufre ou de sulfure d'hydrogène, particules qui réfléchissant la lumière du soleil baisserait du même coup la température moyenne globale,
- ✦ Déployer des paraboles dans l'espace pour renvoyer les rayons solaires,
- ✦ Fertiliser les océans : en épandant de grandes quantités de limailles de fer à la surface de l'océan (un nutriment),
- ✦ Expulser dans le cosmos notre CO<sup>2</sup> superflu, par la concentration près des zones les plus minces du champ magnétique de la planète des flux de laser très puissants.

**Quel avenir pour ces techniques :** le prix n'est pas un obstacle. Les solutions de géo-ingénierie les plus abordables se chiffrent à quelques milliards d'euros seulement, soit environ 1% des sommes nécessaires pour lutter contre le réchauffement climatique par le biais des réductions d'émissions polluantes. La décision de les utiliser dépendra en grande partie de l'intensité du réchauffement climatique : « je pense que nous allons prendre la géo-ingénierie bien plus au sérieux dans les dix années à venir, assure David Victor (expert en politique énergétique à l'université de Stanford), à mon avis il y a 20% de chances que nous utilisions ce type de systèmes dans les quarante prochaines années ». A la condition expresse de créer un cadre réglementaire international pour éviter les pires formes d'unilatéralisme.

Et si la Terre finit par devenir trop endommagée, certains astronomes, tel Carl Sagan, ont imaginé de « terraformer » Vénus ou Mars, pour offrir des bases de repli à l'humanité.



## L'HABITAT

### 1 - La bataille du climat se jouera dans les villes

80% du CO<sup>2</sup> vient des agglomérations qui consomment 75% de l'énergie mondiale.

En France, le secteur du bâtiment représente plus de 40% des consommations d'énergie de notre pays.

Un habitant sur deux, vit dans les villes (70% dans les pays développés) : l'année 2008 aura vu l'humanité basculer d'une prédominance des campagnards à une majorité de citadins. Or le développement urbain de ces dernières décennies s'est accompagné de multiples désagréments sociaux – inégalités territoriales allant même jusqu'à une logique ségrégative – et écologiques : destruction d'espaces naturels, occupation d'espaces à risque, hyper mobilité...

Les villes auront par conséquent un rôle majeur à jouer dans le développement durable et la lutte contre le réchauffement climatique.

Le citoyen attend beaucoup des villes en matière de développement durable, car le résultat des actions de leurs élus est immédiat et visible et touche leur quotidien (voir thème 1) notamment en matière de transport (responsables à 70% de la pollution atmosphérique dans les villes) et d'habitat.

Développement et promotion des transports en commun (bus, tramway, métro), des mobilités douces (vélo, pédestre,..) des nouvelles mobilités (auto-

partage, covoiturage,..) des nouvelles énergies (panneaux solaires, usine de traitement des déchets pour fabriquer du biogaz), rénovation de l'habitat social, culturel et sportif, préservation de la biodiversité (parc, forêt, espace naturel) faciliter la vie et la mobilité de tous les handicaps, les villes et collectivités régionales sont sur tous les fronts, et prennent des engagements ambitieux en matière de réduction d'émissions de GES qui vont bien au-delà des engagements des Etats (à l'exemple des villes américaines ou australiennes) !

Pour parvenir à rendre acceptable les changements induits par ce processus de transformation des villes, il s'agit selon Gérard Magnin, délégué général d'Energie-cités, de « les rendre désirables par la population, de faire découvrir en quoi une ville basse consommation énergétique favorise la haute qualité de vie, et de s'engager dans un mouvement avec d'autres, dans sa région, son pays, à l'échelle européenne, bref d'être fier d'appartenir à un processus de transformation et de coopération ». Là encore, beaucoup de pédagogie est nécessaire pour convaincre les citoyens de la pertinence des choix engagés ; c'est toute l'ambition des agendas 21 et plans climat.

Les outils à disposition : Les plans climat / agenda 21.

## Agenda 21 locaux :

La déclaration de Rio mettait en avant dans son article 28, le rôle dévolu aux territoires et aux collectivités locales en matière de développement durable. Dès lors, chaque échelon territorial peut élaborer et mettre en œuvre un programme d'action répondant aux principes de l'Agenda 21. L'agenda 21 local est un projet global et concret, pensé à l'échelle d'un territoire donné, porté par la collectivité, et qui répond à une démarche participative et citoyenne. Cette implication permet de dépasser les contingences des calendriers électoraux et la courte durée des mandats. Le programme d'actions doit améliorer de façon pérenne la qualité de vie des habitants, économiser les ressources naturelles, et renforcer l'attractivité du territoire. Il peut concerner aussi bien l'habitat et les transports, que la création d'activités ou de nouvelles filières d'emploi. Après une étape de diagnostic, un document prévoyant la mise en place de différentes mesures est élaboré. Les projets sont systématiquement évalués au terme de leur réalisation.

Un seul objectif : réduire les consommations d'énergie et les émissions de CO<sup>2</sup>.

De nombreuses villes s'engagent sur des réductions massives de leurs émissions de CO<sup>2</sup> à travers des plans climats ambitieux où à l'exemple des villes françaises, des agendas 21 (600 collectivités territoriales sont engagées dans un Agenda 21).

Quelques exemples :

➤ Munich (1,3 millions d'hab) qui s'est engagée dans un programme de réduction de 50% de ses émissions (7MtCO<sup>2</sup>/an) d'ici 2030. La capitale de la Bavière n'entend utiliser que des ENR pour passer à l'électricité verte, via 25 parcs éoliens terrestres, une centrale photovoltaïque, un parc éolien offshore (400 MW) et une centrale géothermique dernier cri. L'aéroport régional ambitionne d'être neutre en carbone d'ici à 2020. Un objectif qui sera tenu, notamment grâce à une alimentation en électricité verte bien sur, mais aussi en ne construisant que des bâtiments HQE.

➤ Le Grand Lyon (7,5MtCO<sup>2</sup>/an) lance la conférence énergie climat de la communauté urbaine, une nouvelle gouvernance qui ambitionne de réduire de 1,5 million de tonnes par an, soit une baisse de 20% les émissions de CO<sup>2</sup> de la communauté urbaine d'ici 2020.

➤ A Los Angeles, la modernisation de l'éclairage public, avec le remplacement d'ampoules classiques par des diodes économes, devrait faire baisser la facture d'électricité de 40%, réduire les émissions de GES de 40 000 tonnes par an, ce qui équivaut à retirer 6000 voitures de la circulation. « Si chaque ville américaine en faisait autant, nous pourrions éliminer deux centrales à charbon et demi » déclare l'ancien Président Bill Clinton, investisseur du projet à travers sa fondation la « Clinton Climate Initiative ». Le maire de Los Angeles veut faire de sa ville « la plus propre et la plus verte des Etats-Unis » et il a fixé comme objectif une part de 20% d'ENR dans sa consommation énergétique d'ici 2010 et de 35% en 2020.

## 2 - Villes : seuil d'alerte des inégalités sociales / les quartiers sécurisés

Le coefficient de GINI mesure les écarts de revenus dans un pays : zéro indiquant l'égalité parfaite, un, l'inégalité maximale. Appliqué aux villes par l'ONU-Habitat, elle révèle des surprises de taille : les grandes villes des USA ont des niveaux d'inégalité comparables à ceux de Nairobi ou de Buenos Aires, et dépassent le seuil d'alerte international de 0,4. Certaines villes du Sud dépassent 0,6.

**Un seuil socialement explosif :** Sao Paulo, Bogota, Johannesburg ! Les plus égalitaires sont en Europe de l'Ouest.

**L'Apartheid urbain :** Le phénomène des « gated communities », ces résidences urbaines fermées et gardées qui incarnent un mouvement de privatisation des villes se développent un peu partout dans le monde. Elles ont pris place depuis une dizaine d'années, dans le paysage urbain et dans le débat public. Vendus comme des îlots de tranquillité ou décriés comme des symboles d'une fracture sociale et spatiale, ces ensembles clos et sécurisés d'habitations se retrouvent sur tous les continents. Leur essor traduit une évolution

vers avantage de ségrégation.

Cette croissance est alimentée par un double souci de sécurisation et de repli sur soi communautaire. La nouveauté réside dans le fait que ce ne sont plus seulement les riches qui cherchent à s'isoler et à se protéger territorialement mais également les classes moyennes. C'est aux Etats-Unis que le nom de « gated communities » est apparu, pour désigner ces nouveaux types de résidence, de quartiers, voire de villes.

Les configurations de ces résidences sont extrêmement variées. Ce sont des ensembles urbains relativement isolés, à la périphérie mais parfois aussi au centre des villes, à l'accès contrôlé et restreint aux résidents et à leurs invités. Le marché s'est étendu spécialement pour les retraités ou autour des parcs de loisirs. C'est le cas de « Sun City » près de Phoenix, réservée au plus de 55 ans, protégée par une enceinte, sans école, ou le cas de Celebration en Floride, à proximité du parc de Walt Disney. On estime que ce phénomène touche 1% de la population américaine, mais près de 10% si l'on intègre des copropriétés qui ne sont pas forcément fermées.

## 3 - Réchauffement climatique : Quelle adaptation pour les villes ?

« Il faut travailler d'urgence sur les stratégies d'adaptation des villes aux conséquences du réchauffement climatique, dont beaucoup sont déjà inévitables » estime Dan Hoornweg, expert en environnement urbain à la Banque Mondiale.

Les images récentes de catastrophes liées au réchauffement climatique (tempête et ouragan en particulier) montrent que la plupart des villes, notamment des pays émergents, sont désarmées face aux caprices du climat, caprices dont les dommages pourraient

saper les gains économiques des dernières décennies.

Fortes chaleurs et grands froids, tempêtes, inondations, sécheresses, les agences internationales (ONU, OCDE) ont pris conscience que les métropoles vont être soumises à rude épreuve, et qu'elles n'y sont pas préparées, alors qu'elles concentrent non seulement la moitié de la population de la planète, mais également l'essentiel des centres politiques, économiques et financiers.

Des villes ont commencé à réagir, à l'exemple de New-York ou Londres (1,25 million de londoniens sont menacés par l'eau), qui mettent en places des « task forces » pour mesurer les risques encourus. Mais, c'est dans les pays en développement que la vraie difficulté risque de se poser, là où l'urbanisation sauvage, la précarité des constructions,

l'absence de réseau d'assainissement, de traitement des déchets, sont autant de facteurs de vulnérabilité aggravés par le réchauffement climatique.

Le danger de voir un jour des métropoles entières submergées par la montée des eaux est bien réel. En 2008, l'ONU-Habitat a recensé plus de 3300 villes et 380 millions d'habitants dans la « zone côtière de faible attitude » à moins de dix mètres au-dessus du niveau de la mer.

L'OCDE a passé au crible 136 villes portuaires. Résultat : « Nous avons chiffré à 1000 milliards de dollars la valeur des infrastructures à risque. Les villes les plus menacées sont celles d'Asie, qui connaissent le plus fort développement » indique Jan Morlot, de la direction de l'environnement de l'OCDE.

## 4 - Réinventer la ville sans la prégnance de l'automobile

*« Il faut repenser la cité pour ses habitants, et non pour ses véhicules ; l'habitant au centre, c'est la ville apaisée, ceci exige une nouvelle culture de la mobilité urbaine. Nous sommes passés de l'ère Pompidou à celle de l'intermodalité : tous les modes de déplacement sont bienvenus »*

Louis Nègre, Sénateur

La ville du futur : un urbanisme de proximité moins générateur de déplacements et redonnant leur place entière aux modes doux, et en particulier à une pratique aussi vieille que l'humanité : la marche à pied. Pour surmonter l'échec de la « civilisation » de l'automobile,

des démarches et des expériences sont mises en place autour de ce que l'on appelle désormais « le nouvel urbanisme » ou urbanisme néotraditionnel. Des concepts innovants émergents sont mis en pratique tels que le « walkable urbanism », des villages pédestres, ou même des écovillages sans voitures. Il est intéressant de constater que les tenants américains du nouvel urbanisme voient l'urbanisme traditionnel européen comme la pierre angulaire de la ville du futur, alors que les mêmes Européens, le plus souvent, ne jurent que par le développement urbain à l'américaine.

On peut observer des signes de changement, des indications quotidiennes d'un intérêt pour recentrer la conception des villes sur leurs habitants et non plus en fonction de la voiture. Aux USA, pays de la voiture individuelle pour tous, l'utilisation des transports en commun augmente de 2,1% par an depuis 1996. En Chine, des groupes de scientifiques contestent la décision de Pékin de promouvoir un système de transport basé sur l'automobile, sur un constat simple : la Chine ne possède pas assez de terres pour répondre à la fois aux besoins de l'automobile et assurer la sécurité ali-

mentaire de sa population. Ce qui vaut pour la Chine s'applique aussi à l'Inde et à des dizaines d'autres pays émergents.

Le constat est donc sans appel : **il faut repenser les agglomérations en faisant des transports publics, alternatifs et doux la pièce maîtresse des déplacements de demain.** Cette révolution des modes de déplacement est également indispensable pour atteindre le facteur 4 dans les villes en 2050.

## 5 - Les villes de demain : des habitats contrastés ?

**Les mégapoles :** chaque semaine, à travers le monde, les villes absorbent un million d'habitants supplémentaires. **Les Mégapoles sont le miroir grossissant de l'urbanisation du Monde.** Elles se multiplient, gonflées par une urbanisation aussi galopante que déséquilibrée. Le nombre de mégacités de plus de dix millions d'habitants a été multiplié par cinq depuis 1975, passant de quatre à vingt. D'ici à 2025, elles seront au moins vingt-six sur la liste, dont dix atteindront où dépasseront les vingt millions d'habitants. **Et ce sont les pays les plus pauvres qui nourrissent en leur sein ces monstres urbains :** Calcutta, Karachi, le Caire, Jakarta, Dacca ..., avec tout leur cortège de problèmes récurrents : Pollution, insécurité, insalubrité.

« L'urbanisation a pris un tour monstrueux s'alarme ainsi Paul Virilio, urbaniste, - atteindre vingt ou trente millions d'habitants n'est pas une réussite de la ville. L'obésité n'est pas un signe de bonne santé ». Comment en effet gou-

verner et réguler ces « villes mondes » rendues invivables par l'absence de transport en commun et d'assainissement, de planification urbaine et de services publics ?

Pour les soulager, l'ONU comme la Banque mondiale pressent les pays en développement de renforcer l'attractivité de leurs villes secondaires. **Le mouvement est lancé et les villes moyennes sont aujourd'hui le principal théâtre de l'urbanisation.**

Le phénomène est bien connu dans les pays développés, notamment en Europe, où 40% des villes perdent de la population. Effet d'une démographie en berne, renforcée par la crise économique. Ainsi, aux USA où la crise des subprimes a laissé près de 19 millions de logements vacants, des villes comme Flint (Michigan) ou Détroit (crise de l'automobile) rasent des quartiers entiers d'habitation.

Mégapoles dilatées au Sud, Métropoles rétrécies au Nord forment les deux

pôles d'une urbanisation encore en quête de maturité.

**L'urbanisation en Chine et Inde :** Environ 1,3 milliard d'habitants pour la Chine et 1,2 milliard pour l'Inde. Mais 650 millions de citoyens chinois contre 350 millions en Inde. Le taux d'urbanisation de la Chine était de 45,7% à la fin 2008, l'Inde de son côté n'est urbanisée qu'à 30%. Selon les projections de l'ONU, en 2030, 41% des Indiens vivront en ville contre 62% des Chinois. Cette différence provient d'une différence de méthode : le puissant Etat chinois a mené une politique d'urbanisation à marche forcée, alors que l'Inde a laissé advenir une urbanisation spontanée et désordonnée. La Chine qui cherche désormais à développer ses métropoles de l'intérieur, a constitué un réseau de villes côtières qui regroupe 75% du PIB sur 10% du territoire, l'Inde au contraire reste un pays de gros villages et de villes moyennes, bien réparties géographiquement mais faiblement interconnectées.

Conséquence du laisser-faire Indien, 44% des logements sont des bidonvilles, dont Pékin a su éviter la prolifération.

« Vous pouvez comparer avec l'Inde : en Chine, on ne voit personne dormir dans la rue » juge la directrice de l'ONU-Habitat, Anna Tibaijuka.

**Les Bidonvilles :** les villes taudis qui ne cessent de gonfler pourraient accueillir 2 milliards d'habitants dans trente ans. Sur les quelques 3 milliards d'habitants des villes, 1 milliard, soit un sixième de l'humanité, s'entasse dans des bidonvilles insalubres, sans équipement ni assainissement, sans eau courante ni électricité.

L'urbanisation du Monde est en effet devenue « une urbanisation de la pauvreté » souligne l'ONU-Habitat dans son dernier rapport « l'Etat des villes du monde 2008-2009 ». Une situation politiquement et socialement explosive. En Afrique subsaharienne, les villes sont déjà formées aux deux tiers de quartiers informels où vivent 190 millions de citoyens. Les habitants des bidonvilles sont quelques 140 millions en Amérique du Sud, 500 millions dans l'ensemble de l'Asie. **La population urbaine vivant dans des taudis atteint la proportion sidérante de 99% en Ethiopie et au Tchad, 98% en Afghanistan, 92% au Népal.**

Désarmés face à ce déferlement de population, les gouvernements se révèlent incapables d'organiser une planification urbaine et foncière. « Personne ne sait gérer des villes qui doublent leur population tous les dix ans. Pour tenter d'enrayer ce phénomène d'urbanisation, on a tenté d'imposer des frontières strictes aux villes dans le vain espoir d'empêcher leur croissance, et donc créé de l'illégalité et des quartiers informels ».

L'urgence de faire face à ce fléau est d'autant plus criante, que les bidonvilles s'implantent sur les terrains les plus soumis aux risques naturels, inondations ou glissement de terrain. Et en fuyant les campagnes, les millions de migrants déplacent dans les bidonvilles les problèmes de sécurité alimentaire, révélés pendant les émeutes de la faim en 2008. La faim et la malnutrition risquent de devenir dans les prochaines décennies, des phénomènes essentiellement urbains. Pour y répondre, l'agriculture se développe à l'intérieur même des bidonvilles, avec des risques sanitaires considérables.

L'une des façons de stopper cet exode massif qui aboutit à la création de bidonvilles consiste à améliorer les conditions de vie dans les campagnes. Cela implique non seulement de fournir les services sociaux de base tels que les accès aux soins et à l'éducation pour les enfants, mais également d'encourager les industries à investir dans les petites villes. Quant au futur des bidonvilles, plutôt que des les raser, ce qui ne résout rien, la meilleure option et de loin est d'améliorer l'habitat sur place. Pour y parvenir, il faut garantir le droit au bail des habitants et leur octroyer de petits prêts (micro crédit) leur permettant d'améliorer graduellement leur logement dans le temps.

**La Ville compacte :** Afin d'optimiser les contraintes liées au milieu urbain (mobilité, consommation énergétique, gestion des déchets, qualité et approvisionnement de l'eau, espace vert), un modèle de ville s'impose chez les aménageurs, concepteurs, urbanistes : la ville compacte. Celle-ci aurait le quadruple avantage de limiter « l'empreinte écologique » en réduisant les déplacements par le contrôle de l'étalement urbain et la multiplication des modes de transport alternatif à la voiture. Refonder le sens de la ville en retrouvant par la densité la proximité et l'interaction sociale à l'intérieur des espaces publics, en particulier dans le centre, et enfin de restaurer l'identité urbaine en redonnant aux centres une attractivité fondée notamment sur la préservation du patrimoine bâti.

Pour autant, le modèle de la ville compacte ne fait pas consensus. L'une des principales critiques porte sur l'influence de la densité sur la consomma-

tion énergétique. L'usage des modes alternatifs de transports ne concerne en effet que les déplacements domicile-travail : or, les mobilités sont beaucoup plus diverses, tant en termes de parcours que de motivations (motifs non professionnels). Dès lors, la ville dense ne réduirait pas de manière automatique et significative la consommation d'énergies fossiles tandis qu'elle créerait des problèmes de congestion.

**Les Ecoquartiers :** Dans tous les pays industrialisés, la ville se repeint en vert. Cette couleur embrasse non seulement l'attention à la Nature et la biodiversité, mais aussi l'exigence d'économies d'énergie, de matériaux non polluants, le souci du tri des déchets, des transports en commun, de la mixité sociale, pour en finir avec les cités-dortoirs.

**Les écoquartiers doivent préfigurer ce nouvel ordre urbain économe et sans voitures.** Les premiers du genre ont été réalisés dans les villes pionnières d'Europe du Nord, qu'il s'agisse du quartier Vauban à Fribourg (Allemagne) le plus ancien, ou de cités plus jeunes, au Pays-bas ou en Suède.

Reste que sur tous les continents, des villes révisent leurs paradigmes urbains. Copenhague au Danemark, Newcastle en Grande-Bretagne ou Phoenix aux Etats-Unis se sont donnés pour objectif d'atteindre la neutralité carbone. Abou Dhabi a mis en chantier « l'écocité de Masdar », utopie high-tech censée devenir en 2016, la première ville zéro carbone, zéro déchet, zéro voiture.

A Amsterdam, Overhoeks est un exemple de ces écoquartiers qui se développent en Europe. Conçue et ex-

plottée par GDF Suez, une installation de stockage de chaleur (pour le chauffage) et de froid (pour la climatisation) dans le sol alimentera les 2200 appartements et 70 000m<sup>2</sup> de bureaux, grâce à l'exploitation de deux nappes phréatiques à température différente et à des centrales électrique qui fonctionnent au gaz et à la biomasse.

Le résultat, ce sera 40% d'économie d'énergie et 40% de CO<sup>2</sup> en moins dans l'atmosphère.

Si l'écoquartier est avant tout une problématique de pays riche, les pays

émergents ne sont pas absents de la course. Au Brésil, Curitiba (agglomération de 3,5 millions d'habitants) est un modèle de développement urbain durable. La Chine multiplie les promesses d'écocités, mais a abandonné son projet emblématique de Dongtan, près de Shanghai.

**Le véritable enjeu est moins dans la construction de nouveaux quartiers exemplaires que dans la transformation des villes existantes, passoires thermiques où les alternatives à l'automobile font trop souvent défaut.**

## 6 - Comment atteindre le facteur 4 en 2050 dans le secteur de l'habitat ?

Réduire la consommation énergétique moyenne des bâtiments de 38 % d'ici 2020, tel est l'objectif ambitieux fixé par le Grenelle de l'Environnement. La bataille de l'efficacité énergétique se gagnera par la rénovation massive de nos parcs immobiliers. L'ambition du Grenelle est de généraliser les bâtiments basse consommation dès

2012, et les bâtiments à énergie positive en 2020.

L'objectif est donc de passer d'une consommation moyenne des bâtiments existants de 250kW/m<sup>2</sup>/an à 150 kW/m<sup>2</sup>/an pour tous les bâtiments neufs construits à partir de 2009, et 50 kWh/m<sup>2</sup>/an en 2012.

## Bâtiments basse consommation : la France se fixe un cap ambitieux

Attendue depuis plus d'un an, la réglementation thermique 2012 a été présentée en juillet par Jean-Louis Borloo, ministre d'Etat chargé de l'environnement. Elle fixe le cadre nécessaire à l'atteinte d'un objectif phare du Grenelle: diviser par 3 les consommations énergétiques des bâtiments neufs à partir de 2012. Son application est prévue dès juillet 2011 dans les bureaux et les bâtiments publics et en 2013 dans le secteur résidentiel.

Porté par les ONG, puis inscrit dans la loi « Grenelle I », l'objectif de 50 kWh par mètre carré et par an (kWh/m<sup>2</sup>/an) pour la consommation moyenne d'énergie primaire des constructions neuves à partir de 2012, est en passe de se réaliser. Il est en tous cas désormais inscrit dans la réglementation thermique (RT) 2012 présentée lors d'un point presse au ministère de l'environnement. Pour mémoire, le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie en France (42,5% de l'énergie finale totale) et génère 23% des émissions nationales de CO<sup>2</sup>.

Avec ce nouveau cap, il s'agit de faire, d'ici à 2012, un « saut énergétique aussi important que celui réalisé ces 30 dernières années. » Le gouvernement espère réduire la consommation globale d'énergie d'un facteur de 2 à 4, soit une réduction, entre 2013 et 2020, de 150 TWh d'énergie primaire (l'équivalent d'un tiers de la consommation annuelle d'électricité, ndlr) et entre 13 et 35 millions de tonnes des émissions de CO<sup>2</sup>. Jusqu'à aujourd'hui, la France fait plutôt figure de mauvais élève en matière de construction de bâtiments économes par rapport à l'Allemagne notamment. En moyenne, les bâtiments neufs consomment actuellement 150 kWh/m<sup>2</sup>/an.

Le gouvernement a rappelé que les demandes de certifications « BBC-Effinergie » avaient déjà rencontré un fort succès, 20.000 demandes ayant été déposées en 2009, soit 10 fois plus que prévu initialement et 45.000 fin mai 2010, grâce aux divers outils fiscaux incitatifs comme le prêt à taux zéro. Le Meeddm table sur 100.000 demandes d'ici à la fin de l'année 2010, ce qui correspondrait à un tiers des nouvelles constructions en BBC.

Concernant les effets sur le coût de l'immobilier, le gouvernement se veut optimiste. Il prévoit une économie sur 20 ans de 5.000 € (immeuble collectif) à 15.000 € (maison). De fait, si le coût de la construction –qui représente 50% du coût total du bien immobilier- devrait augmenter de 7 à 10% en 2013, des économies d'énergie non négligeables compte tenu de l'augmentation prévisible de son coût, sont générées en parallèle. Selon le gouvernement, cela devrait engendrer un surcoût moyen de 3,5% pour les acquéreurs, dont 50% pris en charge par les aides de l'Etat. « L'un des enjeux sera la prise en charge du coût d'investissement par les banques », a souligné Benoist Apparu.

## Demain la maison passive ?

La maison karawitz, inaugurée en septembre 2009 dans le Val d'Oise consomme dix fois moins d'énergie que les pavillons voisins ! **C'est la première maison certifiée passive d'Ile de France, et l'habitation la plus performante de l'hexagone.** Pour parvenir à ce résultat, la maison passive ajoute une conception bioclimatique qui optimise l'apport solaire (L'idée générale est de capter toute la chaleur produite par le soleil, les lampes, appareils électroménagers, et même la chaleur humaine, l'emmagasiner dans des matériaux à forte inertie de la maison, et de la restituer petit à petit) et les exigences d'un bâtiment « Thermos » : une forme compacte, des murs épais et sur-isolés, des fenêtres à triple vitrage. Pas de chaudière, pas de radiateur. **Une maison passive brûle 90% d'énergie en moins qu'une construction moyenne, 75% de moins qu'un logement aux normes techniques actuelles.**

Quelque 20 000 bâtiments passifs ont été construits en Europe ces dernières années, dont une centaine dans l'Hexagone. Principaux freins à leurs expansions :

- Le surcoût de ces constructions : estimé de 20 à 25% pour une maison individuelle, 10% en habitat collectif, investissement amorti en quinze à vingt ans pour une maison, dix pour un immeuble.
- L'absence de normes et règlement technique, le Grenelle privilégiant le label « bâtiment basse consommation » moins contraignant
- Peu de professionnels compétents pour construire ce type de maison qui exige une rigueur et une qualité absolues. Les matériaux très spécifiques sont encore peu disponibles.

Le premier immeuble de logement social passif en France a été livré fin 2009 (Marne). Les treize appartements ne consomment pas plus de 15kWh/m<sup>2</sup> en chauffage. Une performance énergétique supérieure de 70% aux objectifs imposés par la réglementation thermique en vigueur (RT 2005). Les dépenses de chauffage devraient être réduites de 80%.

## L'efficacité énergétique dans l'habitat : la Rénovation

Pour aider les plus démunis à réaliser les travaux dans leur logement afin de le rendre moins gourmand en énergie et moins émetteur de GES, l'Etat a mis en place les éco-prêts à taux zéro. Ce dis-

positif connaît un réel succès, puisque le 100 000<sup>ème</sup> prêts vient d'être signé, et que le gouvernement souhaite doubler ce résultat d'ici fin 2010

## La précarité énergétique en France :

Entre 13 et 16% des ménages français souffrent de précarité énergétique, selon la fondation Abbé Pierre. La précarité énergétique se définit par le pourcentage des ressources financières allouées à l'énergie. Quand un ménage consacre entre 10 et 15% de ses revenus pour vivre et se chauffer, on estime qu'il souffre de précarité énergétique ; La précarité concerne plus de 3 millions de ménages. Le programme « 2000 toits pour 2000 familles » s'engage dans la réalisation de logements à destination des plus démunis, à travers des habitations plus économes en énergie. Le 1000<sup>ème</sup> logement soutenu par ce programme doit voir le jour au mois de Mai.

## 7 - Le futur des villes : le retour à la campagne ?

Selon Lester Brown, « dans les prochaines années, le processus d'urbanisation pourrait ralentir, voir s'inverser ». Dans un monde où la terre, l'eau et l'énergie deviennent et deviendront de plus en plus rares, la valeur de chacune de ces ressources peut croître substantiellement, modifiant le poids des échanges économiques entre les campagnes et les villes.

Les campagnes qui détiennent et contrôlent ces ressources peuvent reprendre le dessus, et attirer de nouveaux des citoyens fatigués du stress et des contraintes urbaines, et qui aspirent à une autre qualité de vie. L'évolution des télécoms, et d'internet en particulier, qui a changé la façon dont nous percevons les distances, pourrait réduire l'avantage qu'il y a à vivre en ville.

Pour Richard Register, auteur de « Eco-cities : Building Cities in Balance with Nature » il est temps de réviser fondamentalement la façon dont les villes

sont conçues. Une ville devrait être pensée comme un ensemble et non comme une juxtaposition d'éléments. Elle devrait être intégrée dans l'écosystème global, plutôt qu'imposée à celui-ci. Elle doit s'appuyer sur l'écologie du lieu.

Par exemple, les bâtiments doivent être conçus autant que possible pour être chauffés et refroidis naturellement, et l'eau doit être recyclée, purifiée et réutilisée indéfiniment. Avec la montée du prix du pétrole, la production de nourriture urbaine, particulièrement les fruits et légumes frais, va s'étendre à toutes les parcelles vacantes et aux toits des immeubles. Les microjardins vont se multiplier à l'exemple de Caracas, au Venezuela, où 4000 microjardins d'un mètre carré chacun ont été mis à la disposition de familles. Le but du Venezuela est de mettre en place 100 000 microjardins dans les zones urbaines du pays et 1000 hectares de jardins compostés à travers le pays.

**Ma ville en 2030 :**  
**Les visions des maires**

*(Le Monde hors série :  
Où va la France ? juillet 2010)*

**Martine Aubry : Maire de Lille :**

Extraits :

« Il faut repenser la ville, et imaginer un nouvel art de ville ». Un nouvel art de ville, c'est tout d'abord un nouvel art de vivre, une ville qui favorise les rencontres tout en répondant à l'aspiration légitime à des espaces d'intimité pour chacun. Chaque échelle de la ville contemporaine doit donner naissance à des unités de vie et d'échange.

Cela veut dire la réalisation d'équipements publics de qualité ouverts à tous, un habitat mêlant générations et catégories sociales. Sans oublier le beau, dans le choix architectural, la valorisation du patrimoine, l'installation d'œuvres d'art dans les quartiers. Un nouvel art de ville, c'est aussi une ville active, qui crée des emplois et des richesses. La compétitivité d'une métropole se joue sur sa capacité à favoriser l'innovation et à constituer des pôles d'excellence à rayonnement national et international. Cinq pôles d'excellence ont été lancés à Lille qui constitueront autant de piliers de notre économie en 2030 : Les textiles techniques et innovants, les technologies de l'information et de la communication, etc.

Un nouvel art de ville, c'est aussi une ville durable. Cela passe par le développement des modes de transports doux. Nous nous sommes fixé comme objectif de ramener les déplacements en voiture à un tiers (56% aujourd'hui) en doublant les transports en commun

et en développant le vélo, les navettes fluviales... Nous avons aussi engagé une véritable révolution dans la façon de construire la ville : elle se développera désormais autour des transports publics, des gares, et non l'inverse. Fini aussi l'étalement urbain : vive la ville intense, qui mêle habitat et activités, commerce et équipements dans des quartiers reconquis sur nos friches et sur le tissu urbain existant ».

**Gérard Collomb, Maire de Lyon :**

Extraits :

« En 2030, l'Eurométropole Lyon-Saint-Etienne-Nord Isère réunie depuis la réforme des collectivités territoriales de 2010 dans un ensemble de 2,5 millions d'habitants, fait désormais partie du hub des grandes métropoles régionales – Manchester, Francfort, Munich, Milan – qui structurent l'espace économique européen. En matière de traçabilité durable, la cité est en train de développer sous l'impulsion du pôle de compétitivité Lyon Urban Truck and Bus, la première expérimentation d'autoroute intelligente où circulent des véhicules propres à moteur hydraulique.

Le social et l'économie, le logement et le travail sont reliés par un réseau express maillant métro, tramway et, évidemment l'invention lyonnaise des années 2000 : vélo'v, dont le modèle a considérablement évolué et est désormais développé dans toutes les agglomérations du monde.

Grâce au schéma de cohérence territoriale voté en 2010, la métropole a su préserver des espaces agricoles et paysagers.

Tous les habitants bénéficient de grands parcs urbains, sans oublier les berges du Rhône et de la Saône. Lyon est devenu une ville nature avec ses terrasses et ses murs végétalisés, à l'exemple de la grande serre de la Part-Dieu. Quant à l'ancienne « vallée de la Chimie », la malodorante, c'est désormais un modèle de reconversion, championne de l'économie décarbonée, réparatrice des sols, des eaux ou de l'air.

Les personnes qui y travaillent y circulent désormais à pied ou à vélo, chose inimaginable vingt ans plus tôt ....»

Alain Juppé, Maire de Bordeaux :

Extraits :

« Plus de 50% de la population mondiale vit dans les villes, et 80% des Français sont aujourd'hui des urbains.

Dans ce monde nouveau, l'avenir est aux villes et l'Europe de demain sera sans doute celle des villes-territoires.

Cette nouvelle configuration peut certes, aggraver les problèmes liés à la sécurité ou à l'exclusion mais la métropolisation n'en est pas moins nécessaire parce qu'elle propose de multiples possibilités d'épanouissement, qu'elle concentre les offres en matière d'emploi, de santé, de culture, de loisirs, et de mobilité. Le défi du XXI<sup>e</sup> siècle, est de faire de Bordeaux une ville et une métropole durables, dynamiques et attractives, capables de donner du travail à leurs enfants tout en préservant le précieux équilibre créé au fil du temps

entre les habitants, entre les territoires, entre milieu urbain et milieu naturel.

La première question qui se pose est : comment et où accueillir les 200 à 300 000 nouveaux habitants ? Au cours des trois dernières décennies, l'étalement urbain a été la règle. Le phénomène est en passe aujourd'hui de s'inverser avec un retour vers les villes.

Obligation nous est faite de repenser l'agencement et le développement de nos cités en privilégiant la densification, et en privilégiant la création d'écoquartiers à l'exemple de Bordeaux-lac, ou sur la rive droite, dans une ancienne caserne, autour de la gare, et autour des bassins à flot, ancienne zone portuaire. L'objectif, est de construire, sur le seul territoire de Bordeaux, 30000 logements supplémentaires, soit environ 100 000 habitants de plus. Ces programmes doivent comporter au moins 30% de logements sociaux, ils seront assortis d'équipements publics et seront accompagnés de transport en commun ou de modes de déplacements doux.

Demeure la question de la hauteur des constructions : densité et hauteur sont-elles indissociables ? je ne le pense pas, la ville telle qu'elle est constituée est relativement basse, et nous souhaitons conserver l'harmonie de ce paysage urbain. Tout cela ne saura se faire sans l'implication des habitants. Ils ont démontré leur intérêt pour le devenir de leur lieu de vie et leur souci d'y préserver le « bien vivre ensemble ».

## En conclusion

« La ville durable fédère aujourd'hui certains acteurs autour de ce que Jacques Theys, urbaniste nomme : « l'émergence progressive d'une culture partagée à l'échelle locale autour de thèmes communs » comme la ville compacte, la mobilité douce, le renouvellement urbain, la réduction de la vulnérabilité, la démocratie de proximité, etc.

**En pratique, le concept est approprié de façon très inégale par les différents protagonistes. On en reste encore souvent au stade de la réflexion, quand il ne s'agit pas d'un pur slogan au service du marketing territorial.**

Dans le même temps, la ville durable est devenue un référentiel incontournable des politiques d'urbanisme et d'aménagement. La ville durable interroge l'identité de la ville et le sens de l'urbain. Que l'on soit au Nord ou au Sud, les démarches mises en place ont au moins le mérite d'éprouver le principe de durabilité et en particulier l'articulation entre local et global (pensez global, agir local). Les différents projets constituent en quelque sorte des laboratoires qui donnent un contenu pragmatique au « durable » quitte à en infléchir parfois l'esprit ou la lettre.

## ANNEXES

### Les Normes Euros, et les conséquences des principaux polluants

Les normes d'émission Euro fixent les limites maximales de rejets polluants pour les véhicules roulants. Il s'agit d'un ensemble de normes de plus en plus strictes s'appliquant aux véhicules neufs. L'objectif est de réduire la pollution atmosphérique due au transport routier.

Les émissions de CO<sup>2</sup> (résultant naturellement de la combustion de matières carbonées) ne sont pas prises en compte dans cette norme car il ne s'agit pas d'un gaz polluant direct (respirer du CO<sup>2</sup> n'est pas toxique pour l'homme et les animaux).

Les deux tableaux suivants indiquent de façon schématisée la masse limite tolérée des émissions en mg/km, selon le type de motorisation.

Véhicules à moteur Diesel :

Norme	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Oxydes d'azote (NOX)	-	700	500	250	180
Monoxyde de carbone (CO)	2720	1000	640	500	500
Hydrocarbures (HC) + NOX]	970	900	560	300	230
Particules (PM)	140	100	50	25	5

Véhicules à moteur essence ou fonctionnant au GPL ou au GNV :

Norme	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Oxydes d'azote (NOX)	1000	500	150	80	60
Monoxyde de carbone (CO)	2800	2200	2200	1000	1000
Hydrocarbures (HC) + NOX]	1000	500	200	100	100
Particules (PM)	-	-	-	-	5

Les principaux polluants et leurs conséquences pour la santé :

Gaz carbonique CO <sup>2</sup>	non nocif, mais actif dans l'effet de serre.
Monoxyde de carbone CO :	toxique, il gêne l'absorption d'oxygène par le sang, mais sa durée de vie est courte.
Oxydes d'azote (Nox) :	Présent dans l'air inspiré, ils peuvent se dissoudre dans le sang et perturber l'oxygénation des organes. Ils rendent également les voies respiratoires plus sensibles aux infections
Composés organiques volatiles (COV) :	hydrocarbures qui peuvent être cancérigènes (benzène) et participent à la formation de l'ozone.
Méthane (CH <sub>4</sub> ) :	non nocif et de courte durée de vie, mais très actif dans l'effet de serre.
PM 10 : (particules)	les émissions de particules sont liées à des pathologies respiratoires et cardio-vasculaires. Suspectées d'effets cancérigènes, les plus fines étant les plus nocives (PM 2,5 : moins de 2,5 micromètres)
Oxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) :	produit des composés acides au contact de l'humidité.
Ozone (O <sub>3</sub> ) :	produit indirectement en zone urbaine par l'action du rayonnement ultraviolet solaire sur les Nox et les COV. Très nocif pour le système respiratoire.



## **Bibliographie :**

« Perspectives concernant le véhicule « grand public d'ici 2030 » Centre d'Analyse Stratégique : Jean Syrota  
Septembre 2008

« Energy technology perspectives. Scenarios and stratégies to 2050 » : Agence Internationale de l'énergie  
(AIE) 2008

« Perspectives énergétiques de la France à l'horizon 2020-2050 » Centre d'Analyse Stratégique : Jean  
Syrota 2007

« Pétrole apocalypse » Yves Cochet éd. Fayard, Paris, 2005

« Le plein s'il vous plaît ! La solution au problème de l'énergie » : Jean-Marc Jancovici (Auteur), Alain  
Grandjean (Auteur) éd. Seuil 2007

« Trop de pétrole ! Energie fossile et réchauffement climatique » : Henri Prévot éd. Seuil 2007

« La ville insoutenable » A.Berque. P.Bonnin. Belin 2006

« La ville durable. Perspectives françaises et européennes » J.M Offner, C.Pourchez La Documentation  
française 2007.







TOME  
3

## Transport - Energie - Habitat : Problématiques - Enjeux

Le Monde du XX<sup>e</sup> siècle a été façonné grâce au recours massif à des énergies fossiles abondantes et bon marché. La facilité et le faible coût d'utilisation du pétrole liés à des progrès techniques fulgurants, ont largement favorisé et démocratisé l'usage des transports, à l'exemple de la voiture individuelle, dont l'usage hégémonique de masse a contraint nos villes à s'adapter au prix d'un étalement urbain sans précédent.

Projeté dans une modernité ostentatoire et artificielle, l'Humanité est passée en moins d'un siècle d'une économie de subsistance à une économie du superflu, de l'autarcie à la mondialisation, du village chef lieu de canton au village-Monde.

Mais à l'heure de l'épuisement annoncé des ressources fossiles, d'une crise sans précédent de la biodiversité, du réchauffement climatique causé par la combustion de ces mêmes sources d'énergies que la Nature avait pris soin d'enfouir profondément dans la terre et les océans, tout ce bel édifice construit au siècle dernier se fragilise.

Au-delà des espoirs et des attentes prométhéennes mis par l'Humanité dans les futures technologies de rupture, les énergies renouvelables, les véhicules électriques, et un habitat densifié à énergie passive, pour assurer la transition vers un monde « propre » et « décarbonée », se pose la vraie question de notre mode de vie, et du partage équitable des ressources sur une Terre qui comptera bientôt 9 milliards d'habitants, dont plus de la moitié aujourd'hui n'a pas d'accès à l'énergie, se déplace à pied et vit dans un habitat précaire ?

Proposé  
Par

Estelle Forget

Consultante en développement durable, Estelle Forget, titulaire d'un master en développement durable et responsabilités des organisations obtenu à l'Université Paris Dauphine, a choisi de créer son cabinet conseil, Staff Planète.

Staff Planète  
estelle.forget@staffplanete.com  
www.staffplanete.com