
Les enjeux énergétiques

Développement humain

Urgence écologique

Urgence démocratique

mars 2012

Avertissement

Le document que nous vous proposons est le fruit d'un séminaire organisé par la Fondation Gabriel Péri sur le thème de l'énergie. La Fondation, qui a pour vocation d'être un laboratoire où forger les outils intellectuels nécessaires au combat pour l'émancipation humaine, a initié un travail d'information sur ce qui lui semble être un enjeu majeur des années à venir. Sa contribution à la réflexion sur l'énergie a pris la forme qui lui est propre : provoquer le débat, permettre les rencontres. Pour cela, elle a invité des personnalités qui sont à même de présenter les différents aspects du problème de l'énergie. À partir de ces rencontres, la Fondation a voulu par ce travail mettre en lumière les données nécessaires à un positionnement politique éclairé et efficace. Ce rapport est un rapport d'étape : certains thèmes n'ont pas encore été abordés. Cependant, l'avancée des travaux justifie que soit mis à la disposition de tous les éléments d'analyse déjà entendus.

Ce rapport s'appuie sur les auditions de sept personnalités dont voici la liste :

Jean-Louis Bal, *président du syndicat des énergies renouvelables (SER)*

Pierre-René Bauquis, *ancien directeur stratégie chez TOTAL, professeur associé à l'ENSPM*

Edouard Brézin, *membre et ancien président de l'Académie des sciences*

Jean Jouzel, *climatologue*

Jean-Louis Legrand, *coordinateur interministériel sur les véhicules décarbonés*

Henri Proglia, *président d'EDF*

Jacques Trelin, *ancien administrateur du CEA et de l'IPSN, ancien Secrétaire Général de l'Union générale de l'énergie atomique*

Les vidéos de ces interventions sont disponibles sur le site de la Fondation :

<http://www.gabrielperi.fr/>

Table des matières

INTRODUCTION.....	3
1. Une planète propre, l'accès à l'énergie : deux droits fondamentaux.....	5
1. L'accès à l'énergie, une condition du développement.....	5
2. Urgence écologique.....	9
2. État des lieux et perspectives de production énergétique.....	13
1. Les énergies fossiles.....	13
2. Les énergies renouvelables.....	17
3. Préconisations.....	21
1. Efficacité énergétique.....	21
2. Un mix énergétique d'avenir.....	25
CONCLUSION.....	29

INTRODUCTION

Les enjeux énergétiques suscitent de nombreux commentaires et positionnements mais aussi souvent trop peu de réflexion. Partons d'abord des faits : d'ici 2050, la population mondiale aura doublé et dans le même temps, si on veut préserver la planète d'un réchauffement climatique désastreux, il est impératif de diviser par deux l'émission de gaz à effet de serre. À partir de cet énoncé, les réponses à apporter varient selon la teneur du raisonnement. Comme Fondation de la famille de pensée communiste, le nôtre est sur ce sujet fidèle à ce qu'il est en général : notre point de départ ne varie pas. Nous partons des besoins humains. L'énergie est nécessaire à leur satisfaction. Une planète propre est indispensable à leur épanouissement. Nous voulons garantir les deux. D'ici 2050, il faut donc pouvoir garantir une production énergétique bien plus importante, non polluante et distribuée équitablement dans le monde.

Répondre à cette question, c'est réfuter l'idée d'austérité énergétique. C'est proclamer le refus du retour en arrière, c'est réaffirmer la volonté du progrès humain. Ce grand défi qui nous attend, nous voulons le relever, parce que nous sommes capables de créer les conditions nécessaires à une révolution énergétique. Nous avons voulu, dans ce document, proposer une base de réflexion pour permettre à tous et à toutes de se forger une opinion sur ce vaste chantier.

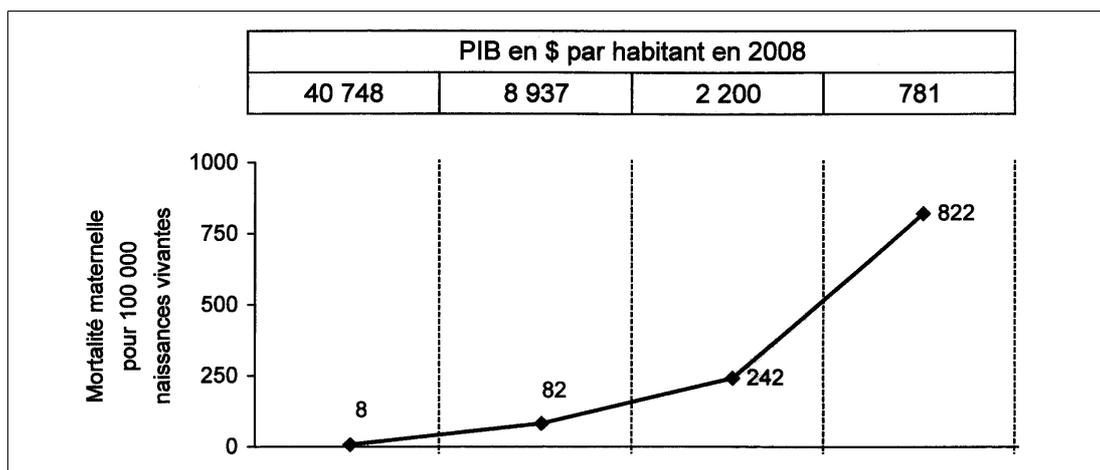
Ce rapport est une synthèse de sept auditions sur le thème de l'énergie, enjeu majeur du siècle. Il propose un passage en revue des principaux points à prendre en considération. Les exigences mentionnées plus haut ne peuvent être garanties que par une réflexion publique et des choix démocratiques. C'est ici que doit être réaffirmée cette évidence qui n'en est pas une pour tout le monde : ce qui nous concerne tous doit être décidé par tous ; le peuple est le meilleur défenseur de son avenir ; le rôle des institutions doit être de lui donner effectivement les moyens de sa souveraineté. En ce qui concerne les enjeux énergétiques, cela doit prendre la forme d'un véritable débat public, conclu par un référendum.

1. Une planète propre, l'accès à l'énergie : deux droits fondamentaux

1. L'accès à l'énergie, une condition du développement

Avoir accès à l'énergie, c'est une condition d'émancipation et de développement. D'émancipation, car les facilités induites par la machine permettent de libérer du temps et de l'énergie vers d'autres tâches. Pensons ici à la condition des hommes et des femmes dans les pays où l'approvisionnement en eau, la production agricole, les tâches ménagères reposent sur une seule énergie : celle des bras des travailleurs et des travailleuses.

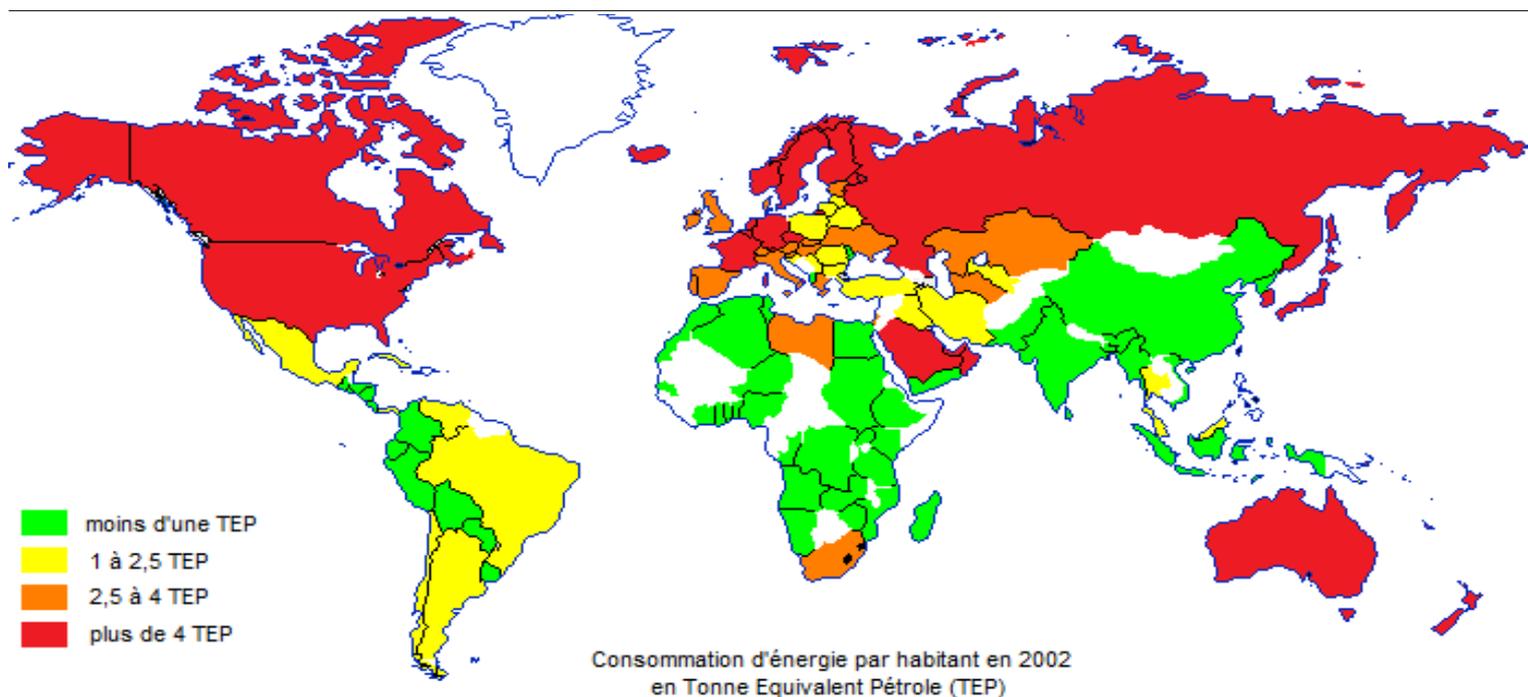
Condition de développement, car l'économie des nations dépend de ses infrastructures, de son industrie, et, partant, de son alimentation en énergie : il n'y a pas de développement économique sans énergie ; sans un développement économique soucieux de l'avenir de la planète, pas d'émancipation humaine. Pour s'en convaincre, soulignons que la mortalité infantile ou maternelle croît en même temps que le PIB¹ chute, ou encore que l'espérance de vie dépend de ce même PIB².



1 Nombre de travaux soulignent l'existence d'autres indicateurs de développement humain. Nous reprenons ici le PIB, qui est le plus fréquemment utilisé.

2 Source du graphique : ONU, Rapport PNUD

L'enjeu énergétique est donc primordial, et, pourtant, force est de constater des inégalités insoutenables sur ce plan. Sans surprise, les pays les plus riches sont les plus gros consommateurs d'énergie. Si on prend comme unité de comparaison la Tep³, l'Amérique du Nord, qui représente 5 % de la population mondiale, dispose de 22,9 % de l'énergie ; les 10,84 % d'Européens consomment 26 % de l'énergie mondiale. Inversement, l'Afrique ne dispose que de 3,1 % de l'énergie, alors que ce continent abrite 14,67 % de l'humanité⁴. En termes de consommation par habitant et par an, les disparités sont bien visibles : si la moyenne mondiale est de 1,6 Tep/habitant, les États-Unis sont à 8 Tep et les Européens à 4, alors que les Ivoiriens, les Péruviens ou encore les Congolais doivent se contenter de moins d'une tonne équivalent pétrole⁵ par an et par habitant.



Source : statistique-mondiale.com

La répartition inégalitaire des ressources énergétiques constitue en soi un enjeu. Il faut également tenir compte de la croissance des pays émergents qui consomment et vont consommer de plus en plus d'énergie : à titre d'illustration, on prévoit que le parc automobile mondial va doubler dans les 15-20 ans à venir⁶. L'explosion démographique à venir va mécaniquement jouer sur la demande en énergie (de 1973 à nos jours, la population mondiale a doublé, la

3 Tep : Tonne équivalent pétrole. C'est l'unité de mesure de l'énergie qui se base sur le pouvoir calorifique d'une tonne de pétrole.

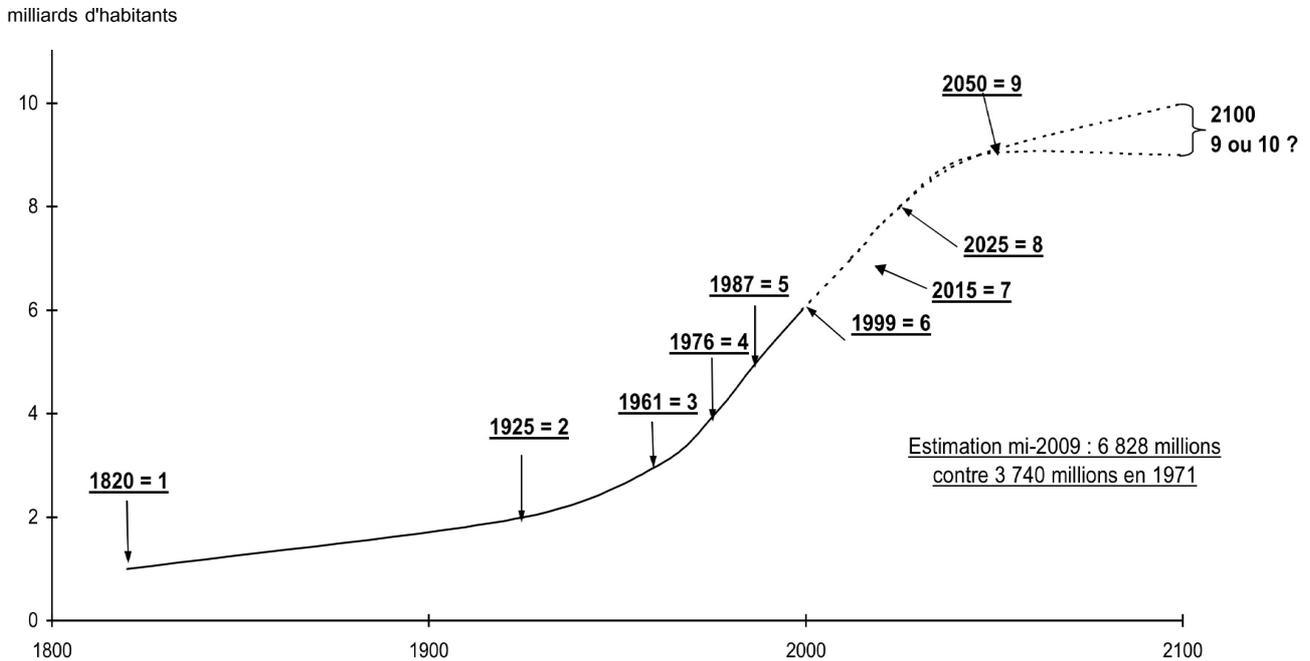
4 Source : INED-BP

5 Source : BP & UN stat

6 Selon J-L Legrand, coordinateur interministériel véhicules décarbonés

consommation énergétique aussi); or, les démographes s'accordent à estimer la population mondiale à 9 milliards d'individus d'ici 2050⁷.

Population mondiale de 1820 à 2100



source : ONU

Aujourd'hui, tous les besoins énergétiques ne sont pas satisfaits. Le problème de l'inégalité de l'accès à l'énergie n'est pas seulement une inégalité Nord-Sud : la précarité énergétique existe à l'intérieur même des pays développés. Selon l'ADEME, les 20 % de ménages les plus pauvres consacrent à l'énergie une part de budget 2,5 fois plus élevée que les 20 % les plus riches. Le mauvais état de nombre de logements du parc privé entraîne des consommations plus importantes, en particulier pour le chauffage. Plus un logement est vétuste, plus ses performances énergétiques sont mauvaises (fenêtres en mauvais état, équipements de chauffage anciens etc.), et ce sont les plus pauvres qui les habitent. L'augmentation constante des factures impayées est significative, mais fait l'impasse sur une part importante de la population qui se prive pour réduire le coût de l'énergie.

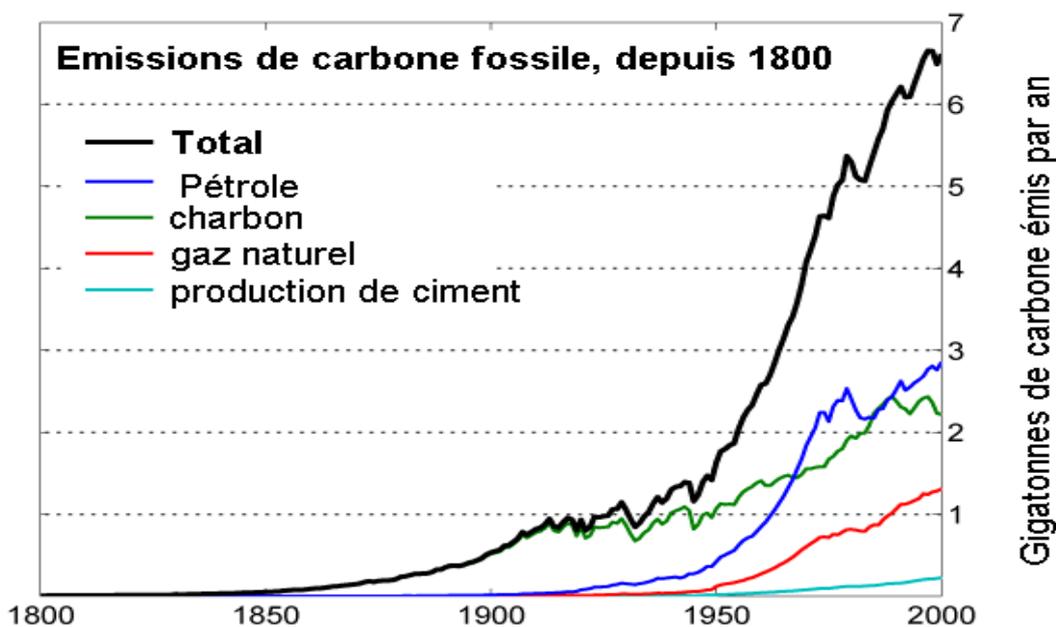
Le défi à relever, du point de vue de l'accès à l'énergie, est énorme : corriger l'inégalité existante, et faire face à l'augmentation de la population humaine, amène à l'estimation d'un doublement de la demande énergétique d'ici 2050. Cette estimation tient

7 Source : ONU

compte d'une hypothèse moyenne de consommation d'environ deux Tep par an et par habitant. Aller vers cet objectif nécessite de consommer mieux dans les pays développés tout en y réduisant les inégalités existantes. Il tient compte aussi du développement nécessaire des pays émergents et de la hausse souhaitable de leur niveau de vie. C'est en tenant compte d'un important – et hypothétique – effort d'économie, d'efficacité et de sobriété énergétique que ceux que nous avons auditionnés retiennent le besoin de doublement de la production d'ici 2050. Dès lors, toute réflexion sur les enjeux et notre avenir énergétique doit partir de cette première exigence : produire beaucoup, partout, une énergie peu chère qui doit pouvoir être accessible à tous.

2. Urgence écologique

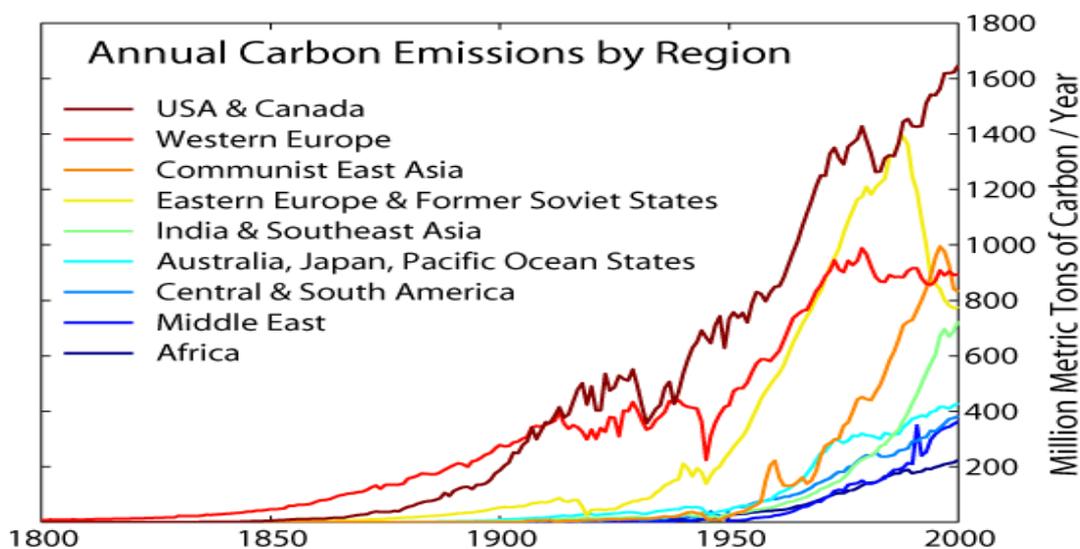
Personne ne remet en cause aujourd'hui, comme cela a pu être le cas auparavant, la réalité du réchauffement climatique. Les divergences persistantes concernent l'importance du phénomène : trois scénarios différents sont d'actualité. Ils prévoient respectivement, pour la fin du siècle, une hausse de 1,8°C (scénario B1), de 2,8°C (scénario A1 B), ou de 3,4°C (scénario A2). Si la hausse des températures est une certitude, les différentes prévisions – et l'imprévisibilité relative de cette hausse – soulèvent des questions. La façon de résoudre les problèmes énergétiques nécessite de prendre au sérieux le réchauffement climatique rapide actuellement observé. La planète n'a cessé d'être sujette à des changements climatiques d'ampleur et de durée fort variables et dont les causes sont toujours l'objet de recherches. Il paraît établi que le rapide réchauffement que nous connaissons aujourd'hui doit beaucoup à l'émission de gaz à effet de serre, elle-même liée à la prédominance du pétrole, du charbon et du gaz dans la consommation énergétique mondiale.



Source : CDIAC, 2007

Il faut souligner que ce qui est vrai pour la consommation d'énergie l'est aussi pour l'émission de gaz à effet de serre : ici encore, l'inégalité est flagrante. Les pays les plus riches polluent bien plus que les autres, avec en tête les États-Unis. En revanche, si l'on considère la part de pollution de l'ensemble des pays émergents, on remarque que ces derniers sont responsables

de 55 % des émissions contre 45 % pour les pays développés, alors même qu'ils représentent plus de 80% de la population humaine. Constat auquel il faut ajouter que si les émissions produites étaient attribuées non aux pays producteurs mais à ceux qui vont consommer les produits ayant entraîné ces émissions, alors les pays émergents ne sont plus responsables que de 45% des émissions pour toujours 80% de la population mondiale. Ce n'est pas parce qu'ils délocalisent leurs émissions que les pays développés doivent en accuser les pays émergents.



Selon le Giec, les conséquences, très concrètes, du réchauffement seraient multiples : vagues de chaleur plus nombreuses, sécheresses, inondations, précipitations violentes, cyclones plus intenses, acidification des océans... Le niveau de l'élévation de la mer (entre 20 et 60 cm de plus d'ici la fin du siècle) serait particulièrement dramatique dans les régions côtières très peuplées comme le Bangladesh, la péninsule indochinoise ou encore la zone de Shanghai. Même en stabilisant l'émission des gaz à effet de serre, le niveau de la mer continuerait à monter d'environ 30 cm au cours du XXIe siècle, alors que c'est à proximité des côtes que vit une grande partie de l'humanité.

Certes, les impacts du réchauffement climatique ne seraient pas les mêmes suivant les régions. Pour certaines parties du globe, ils seraient catastrophiques même si ils pourraient être limités ailleurs, voire, en dessous d'un certain niveau, profitables pour quelques-unes (par exemple, la Sibérie qui pourrait devenir cultivable). Citons ici directement le dernier rapport du GIEC :

« Il existe des écarts considérables entre les régions, et celles dont la situation économique est la plus défavorable sont souvent les plus vulnérables aux changements climatiques et aux dommages qui s'y associent, en particulier en

présence de stress multiples. On a davantage de raisons de penser que certains segments de la population deviennent plus vulnérables, notamment les pauvres et les personnes âgées, dans les pays en développement comme dans les pays développés. Par ailleurs, de plus en plus d'éléments semblent indiquer que les zones peu développées ou situées aux basses latitudes, notamment les régions sèches et les grands deltas, seront davantage exposées. »⁸

L'intérêt général de toute l'humanité commande sans équivoque de limiter ce réchauffement, qui aurait des conséquences graves non seulement pour ces régions particulièrement exposées, mais pour toute la planète.

L'urgence de la situation est claire : le réchauffement climatique ne concerne plus les « générations futures » mais celle qui est actuellement dans les cours d'école, et cette question va vraisemblablement se poser avec acuité d'ici 10-15 ans. Pour simplement stabiliser l'émission des gaz à effet de serre, il faudrait diviser les émissions par quatre. L'AIE (Agence Internationale de l'Énergie), dans son dernier rapport, souligne que, si une politique volontariste n'est pas mise en oeuvre avant 2017, on ne pourra pas échapper à une hausse supérieure à 2 °C d'ici la fin du siècle. Ceci sous-entend toutefois qu'il est d'ores et déjà trop tard pour échapper à une hausse des températures. Le message est donc alarmant : il est d'une urgence absolue de réagir.

L'émission des gaz à effet de serre ne produit pas seulement un réchauffement climatique néfaste pour l'Homme, mais entraîne aussi une pollution locale menaçant de destruction de son habitat et dégradant sa santé : en milieu urbain, et notamment en France, la qualité de l'air est très dégradée et affecte la santé publique : on compte 45 000 décès par an directement imputables aux particules, soit dix fois ceux liés aux accidents de la route ; 348 000 en Europe⁹. L'exploitation intensive des ressources fossiles carbonées, c'est aussi les pluies acides, la déforestation, l'épuisement des sols, les pollutions atmosphériques... Les effets locaux de la pollution qui, parce que plus visibles, peuvent déclencher une véritable prise de conscience collective de l'urgence écologique.

Mais sans attendre il convient de considérer la réduction des émissions de gaz à effet de serre comme une urgence absolue. Il faut donc faire des choix énergétiques tendant à réduire les émissions de gaz à effet de serre pour un même effet utile. La perspective étant celle d'un nouveau mode de développement où croissent les effets utiles pour les individus et la société à l'échelle de la planète. Ce qui doit conduire à privilégier

8 *Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*, GIEC, 2007, p.19

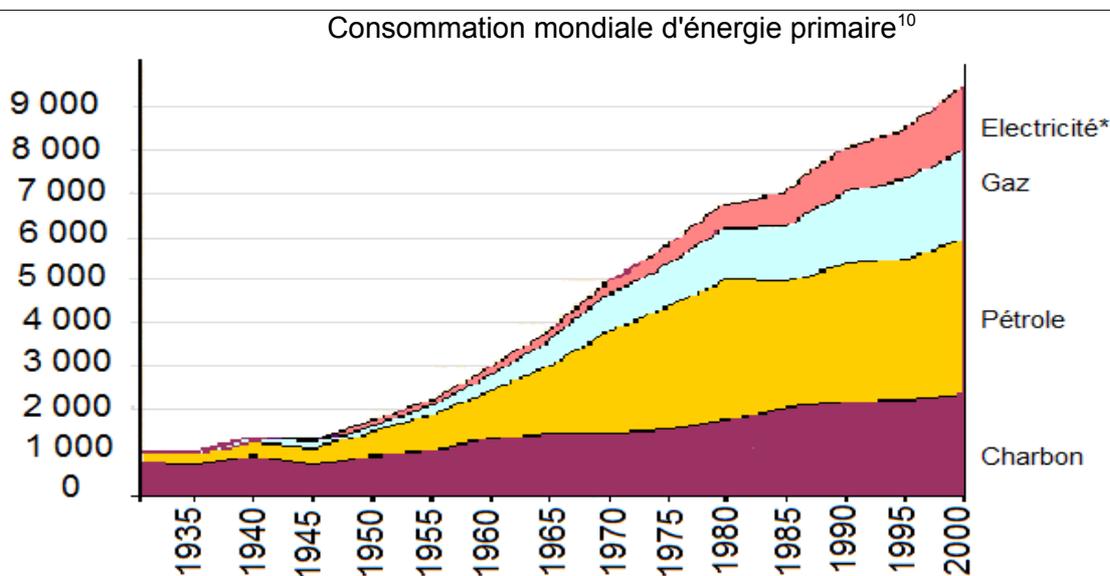
9 Source : OMS

l'électricité sur le moteur thermique toutes les fois que c'est possible. Et pour produire cette électricité, privilégier les technologies n'utilisant pas les fossiles carbonés, toutes les fois que c'est possible.

2. État des lieux et perspectives de production énergétique

1. Les énergies fossiles

Le bilan énergétique mondial est loin des exigences définies plus haut. Alors que le GIEC souligne, dans son dernier rapport, qu'il faudrait diviser l'émission de gaz à effet de serre par quatre pour simplement *stabiliser* la situation, ces émissions ne font qu'augmenter de manière exponentielle, suivant en cela les courbes de développement économique et démographiques mentionnées plus haut.



* Nucléaire et renouvelable

Les énergies fossiles carbonées. Elles regroupent le charbon, le gaz et le pétrole. Nous les avons déjà abordées pour souligner leur rôle dans le réchauffement climatique comme dans la pollution locale, nous avons également passé en revue les différentes réserves prouvées. Le « peak oil » (pic de production) de ces ressources est annoncé pour dans 20 ans. A partir de ce moment, la production des énergies fossiles ne pourra que diminuer. C'est pour ces raisons évoquées plus haut que, si nous ne pouvons pas dans l'immédiat nous passer de ces sources d'énergie, il est impératif de limiter le recours à ces dernières.

Premières incriminées dans le réchauffement climatique, les énergies fossiles carbonées sont aussi les plus exploitées. Ces sources d'énergie ne sont pas renouvelables – c'est-à-dire

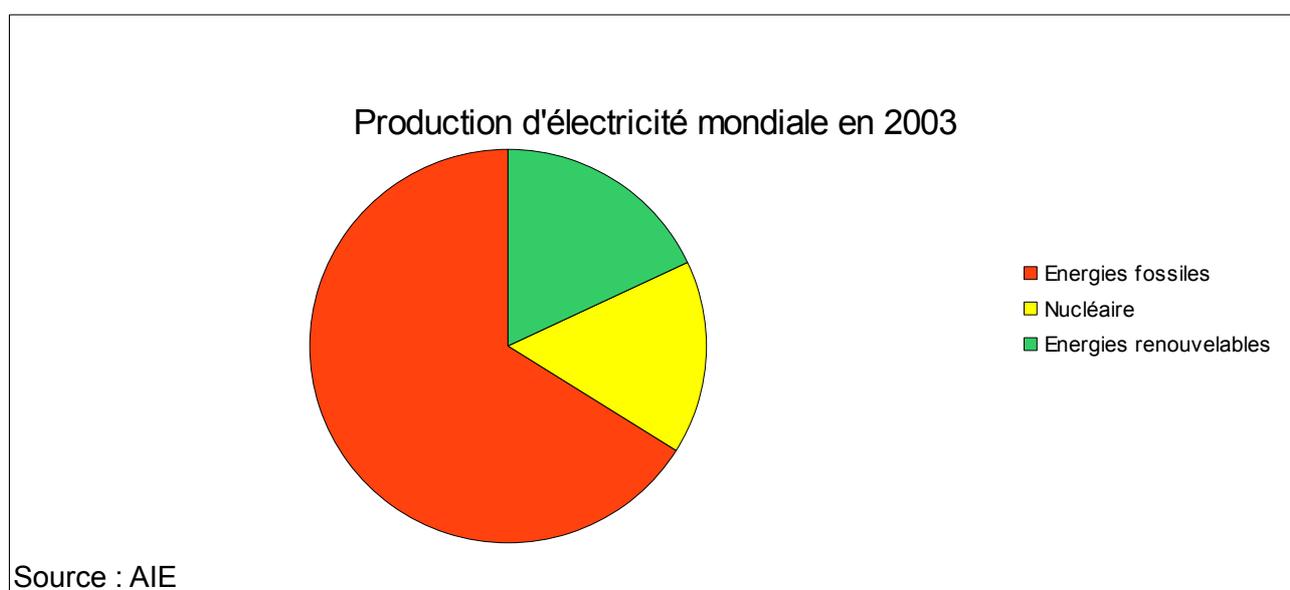
¹⁰ Source : IEA

qu'elles ne peuvent se renouveler en proportion de la consommation qui en est faite – et vont donc, tôt ou tard, s'épuiser. Il n'est pas toujours facile d'avoir une idée claire sur les réserves réelles en énergies non renouvelables. Pour ce qui est de réserves « prouvées », dans l'état actuel des possibilités d'extractions, elles s'élèveraient à 40 ans pour le pétrole – notons cependant que cela fait 20 ans que l'on dit avoir 40 ans de réserves –, 60 ans pour le charbon et autant pour le gaz. Cependant, tous ces chiffres sont à prendre avec beaucoup de précautions : ils peuvent varier en fonction des progrès techniques permettant soit de produire plus d'énergie avec moins de matière première, soit d'extraire plus de matière première : pour l'instant, certaines réserves sont trop difficiles d'accès pour qu'il soit rentable de les exploiter, mais certaines difficultés techniques peuvent être surmontées.

Ajoutons qu'à ces réserves « prouvées » s'ajoutent les réserves « non-conventionnelles » (gaz de schistes, sables bitumineux...) qui, si les techniques en permettent l'exploitation, modifieraient complètement tant les projections que les répartitions des ressources sur la Terre.

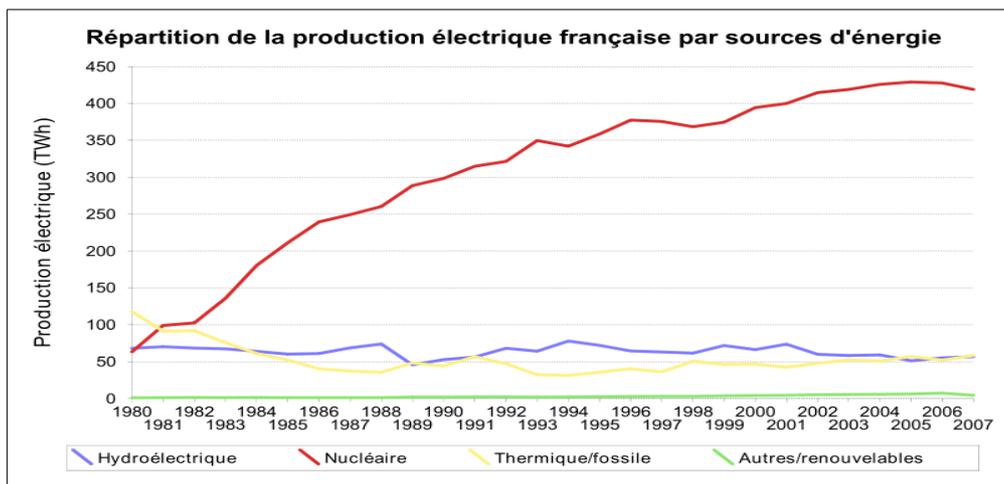
En tout état de cause, l'urgence écologique et la nécessité d'utiliser ces ressources plutôt comme des matières premières destinées à l'industrie plutôt que pour les brûler pour produire de l'énergie imposent de se concentrer sur de nouvelles ressources énergétiques, même s'il ne faut pas écarter certaines pistes : par exemple le charbon propre avec la liquéfaction et la gazéification, le charbon étant par ailleurs la ressource la mieux répartie dans le monde.

Le nucléaire. Dans le graphique vu plus haut, les énergies renouvelables et nucléaire sont confondues dans la rubrique production d'électricité. Le nucléaire représente, à l'échelle mondiale, 14 % de la production d'électricité.



Notons par ailleurs que là où la demande en énergie a augmenté de 1,8 % par an entre 1980 et

2009, celle en électricité a quant à elle progressé de 2,9 % par an. Cette progression est plus forte encore en France : 6 % entre 2009 et 2010. La production énergétique française s'appuie sans surprise beaucoup plus sur le nucléaire : nous consommons surtout de l'électricité (44,5 %, contre 31 % de pétrole), et 75,2 % de notre électricité (en termes de production) provient du nucléaire. La France est par ailleurs le deuxième producteur mondial d'énergie nucléaire, derrière les États-Unis ; EDF est une entreprise reconnue dans le monde entier et gère un parc de 74 réacteurs, dont 58 en France.



La part de l'électricité va, selon toute vraisemblance, continuer à progresser : les exigences climatiques poussent dans ce sens.

L'énergie nucléaire, peu chère, ne produit pas de gaz à effet de serre et pollue moins que les énergies fossiles carbonées. Les réserves d'uranium paraissent pouvoir évoluer rapidement. Voici ce qu'en dit Thierry Dujardin, Directeur adjoint à l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE :

« Concrètement, en n'exploitant que les ressources identifiées extractibles à moins de 130 \$/kg, certes on ne dépasse guère 85 années de réserve au rythme de consommation actuel. Mais, en élargissant l'exploitation au total des ressources conventionnelles, on monte à 270 années. Et si l'on devait un jour extraire l'uranium des phosphates, ce qui paraît faisable à un coût proche du prix actuel du marché « spot » de l'uranium, 675 années de réserve s'annonceraient.¹¹ »

Cependant, certaines questions restent en suspens : par exemple la maîtrise du démantèlement, le traitement des déchets ou encore les problèmes de sécurité et l'absence de contrôle qui représentent un danger potentiel¹². Dans le domaine du nucléaire aussi il faut développer de

11 Thierry Dujardin, « Les réserves d'uranium sont-elles suffisantes? », *Alternatives*, n° 12, 3e trimestre 2006

12 Nous y reviendrons plus bas.

nombreuses recherches. Les déchets radioactifs, qui représentent un inconvénient majeur, peuvent par exemple être retraités, et c'est précisément dans ce domaine que la recherche se développe aujourd'hui, avec l'extraction du plutonium des combustibles usés en vue de sa réutilisation. Le retraitement est au coeur de la recherche avec le prototype ASTRID (Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration) qui devrait être en service en 2020. Il s'agit d'un nucléaire de IVe génération, qui consomme moins d'uranium et qui utiliserait les déchets radioactifs comme source d'énergie. Ces recherches sont absolument nécessaires, tous nos interlocuteurs ayant confirmé la nécessité du nucléaire pour boucler l'équation satisfaction des besoins, frein sur les énergies carbonées, développement des énergies renouvelables.

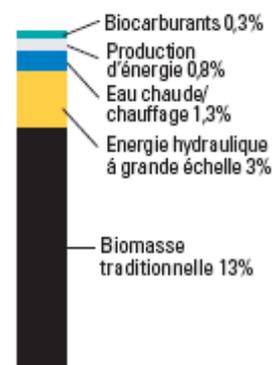
Ces sources d'énergies sont celles que nous maîtrisons le mieux. C'est pour cela qu'elles ont été présentées ensemble, ce qui ne doit pas faire oublier la principale différence entre elles : les premières, contrairement au nucléaire, participent au réchauffement climatique. Que ces énergies soient présentées comme maîtrisées ne doit pas faire l'impasse sur le fait qu'il est indispensable de développer la recherche de manière significative pour rendre plus performant le nucléaire et réussir à se passer au maximum des énergies fossiles, tout en rendant l'exploitation de ces dernières plus respectueuse de l'environnement.

2. Les énergies renouvelables

Les énergies renouvelables. Les sources d'énergie renouvelable dont nous disposons sont l'énergie solaire, l'éolien¹³, la photosynthèse, la gravitation, la géothermie, et l'hydrolien. Ces sources peuvent être utilisées pour produire de la chaleur ou de l'électricité. En ce qui concerne l'électricité, voici les pistes explorées actuellement. Notons que les coûts du Kw/h varient pour chacune d'entre elles suivant une « courbe d'apprentissage », le coût baissant à mesure que les équipements sont créés et les savoir-faire maîtrisés.

L'hydraulique. Cette source d'énergie est déjà au point car très exploitée par exemple en France (11,9 % de notre électricité provient de nos barrages), elle est même la seule des énergies renouvelables mature, c'est-à-dire au bout de la courbe d'apprentissage. C'est aussi celle qui représente la part la plus importante des énergies renouvelables actuellement, si l'on excepte la « biomasse traditionnelle » qui ne représente, nous l'avons dit, aucunement un *choix* énergétique. Beaucoup d'endroits, en particulier l'Afrique, bénéficient d'une potentialité largement sous-exploitée à ce jour : moins de 7 % des ressources hydrauliques le sont.

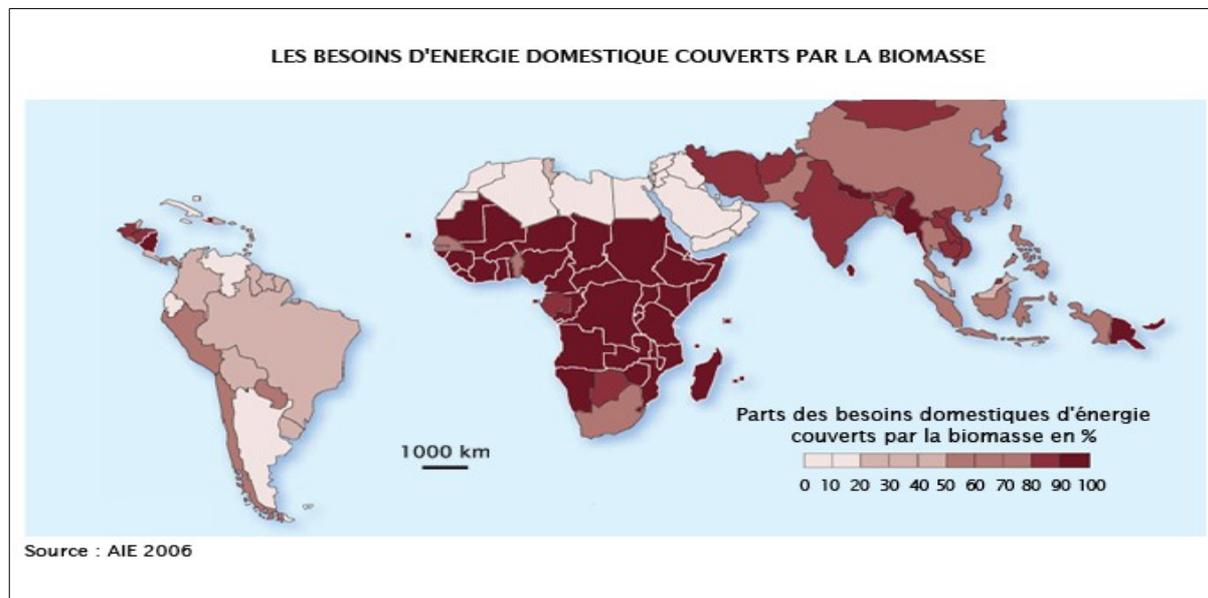
La biomasse. Elle est abondante mais nécessite une régénération régulière. Elle permet de presque tout faire : de la chaleur, de l'électricité (notamment avec les plantes sucrées et oléagineuses), du carburant pour le transport (bien que cette application soit trop gourmande en termes de ressources). Des nouvelles techniques se font jour, utilisant des plantes fibreuses ou encore des micro algues. L'utilisation de la biomasse pose cependant question : l'utilisation de terres cultivables à des fins non alimentaires, et l'importance des hectares à mobiliser pour produire de l'énergie est un problème majeur. Autre mise au point importante : en observant en détail sa place dans les énergies renouvelables, on voit une très nette prédominance de ce qui est pudiquement nommé « biomasse traditionnelle », terme qui désigne, pour une part essentielle, les feux de bois. Le recours à cette source d'énergie, dont l'utilisation massive (le plus souvent dictée par la misère) est à l'origine d'une partie des deux millions de morts par an dus à l'inhalation de particules fines¹⁴, souligne la nécessité que nous



¹³ Ce sont les différences de températures et de pressions induites dans l'atmosphère par l'absorption du rayonnement solaire qui mettent les vents en mouvement.

¹⁴ Selon l'OMS, qui souligne également que les maladies respiratoires sont la principale cause de mortalité

expositions plus haut de garantir l'accès à l'énergie comme un droit fondamental. La carte ci-dessous souligne notre propos : c'est bien dans les pays émergents que la biomasse est le plus exploitée.



Mentionnons également que le label « renouvelable » de cette source d'énergie est à prendre avec précaution : certains pays ont à faire face à une déforestation qui n'est pas sans conséquences. Ce phénomène de déforestation est en augmentation du fait d'une exploitation intensive des forêts sur toute la planète, ce qui réduit la capacité d'absorption du gaz carbonique et de libération de l'oxygène par ces « poumons verts ».

Éolien. En 1985, cette technologie permettait de produire 30 kilo-Watt avec une éolienne de 15m de diamètre. On est capable aujourd'hui de produire 7 Méga-Watt avec des machines de 126m, et on travaille à de nouveaux modèles de 160m d'envergure. À noter que ces technologies ont bénéficié des progrès des matériaux composites, notamment grâce à l'aéronautique. La France dispose d'un vaste potentiel éolien, le deuxième européen, après l'Angleterre. Dans le monde, 200 000 MW sont produits par l'éolien sur terre, 4.000MW en mer (posé). L'éolien se déplace vers la mer. Aujourd'hui près des côtes, demain en haute mer grâce à l'éolien flottant ancré qui peut permettre d'implanter des champs plus vastes. L'intermittence pose ici problème, le vent pouvant cesser très rapidement, et le complément étant fourni le plus souvent par des centrales à gaz à démarrage rapide très polluantes.

dans les pays en développement.

Solaire. Le solaire thermodynamique permet de produire de la chaleur. On concentre le rayonnement pour obtenir de très hautes températures. Il occupe relativement peu d'espace, mais reste cher, de l'ordre de 200€ par mégawattheure. Il nécessite un rayonnement direct (sans nuages), les zones disponibles sont donc relativement limitées. Le solaire photovoltaïque (production d'électricité) a lui aussi fait d'énormes progrès. Les zones exploitables sont nettement plus vastes car tous les rayonnements solaires sont utiles. On peut espérer un alignement de son coût sur le tarif de l'électricité à l'horizon 2020 en France.

La géothermie. Pour produire de l'électricité, on peut utiliser des aquifères à haute température dans les régions volcaniques (ex. : Guadeloupe). Une autre technique émerge : l'injection-récupération d'eau dans des roches sèches fracturées, à 5 000m de profondeur. Une telle installation pilote de recherche existe en Alsace. En Europe, le gisement potentiellement exploitable est très important. Cependant, les techniques ne sont pour l'instant pas maîtrisées et l'exploitation de cette source d'énergie demande encore beaucoup de recherches.

Les énergies de la mer. La houle et courants marins sont les plus faciles à exploiter. On estime qu'elles se développeront vraiment vers 2020. Les autres systèmes (gradient de salinité, thermique...), même s'ils représentent d'énormes quantités d'énergie, en sont encore au début de leur phase d'apprentissage.

Toutes ces énergies sont autant de pistes d'avenir. Mais l'intermittence pose problème notamment pour l'éolien et le solaire. C'est la raison pour laquelle il faut se méfier des chiffres qui peuvent être avancés : il s'agit souvent de *puissance installée*, c'est-à-dire des potentialités de rendement maximal. Or, le soleil ne brille pas toujours, le vent peut tomber, et ces chiffres ne correspondent jamais à la réalité. En outre, il importe de tenir compte des caractéristiques régionales pour implanter ce type d'énergie : en France, par exemple, le vent et le soleil ne sont pas toujours présents aux heures de pointe. Une piste est actuellement au devant de la scène : le projet Desertec se fonde sur le solaire. Le projet repose sur ce calcul : il suffirait d'équiper 0,3 % des 40 millions de km² de déserts de la planète en centrales thermiques solaires pour couvrir les besoins mondiaux actuels en électricité (18.000 TWh/an). Mais soulignons également que le projet Desertec a pour but d'alimenter l'Europe, et que toutes les lignes vont vers le Nord. Ici encore, le combat pour l'égalité d'accès à l'énergie est à mener. Ce projet pourrait être très prometteur s'il concernait les pays de la région de production. Mais l'acheminement de l'électricité du Sahara jusqu'en Europe, par exemple, pose non seulement un problème moral, mais encore technique et d'acceptabilité des populations à voir les terres se couvrir de lignes à haute tension.

Toutes les pistes doivent être l'objet de recherches approfondies ; aucune forme d'énergie ne doit être rejetée pour aller vers un mix énergétique pérenne : les problèmes de stockage (des pistes sont ouvertes, comme utiliser les batteries des voitures électriques¹⁵) rendent indispensable une énergie qui assurerait la continuité de la production notamment aux heures de pointe. Là, le choix reste celui que nous connaissons : nucléaire ou énergies fossiles. Soulignons que l'enjeu pour les grands groupes, notamment les producteurs de gaz, est de s'imposer en même temps que les énergies renouvelables, alors même qu'ils comptent parmi les plus gros producteurs de gaz à effet de serre et sont une cause du réchauffement climatique. D'autre part, comme cela a été dit, la croissance prévisible de la demande énergétique exige que toutes les formes d'énergie soient exploitées, avec le rendement le plus élevé possible. La plupart des énergies renouvelables sont des énergies nouvelles (à l'exception de l'hydraulique et de la biomasse). Il importe ici encore de favoriser la recherche pour permettre le développement rapide de ces énergies propres.

15 Voir p.22

3. Préconisations

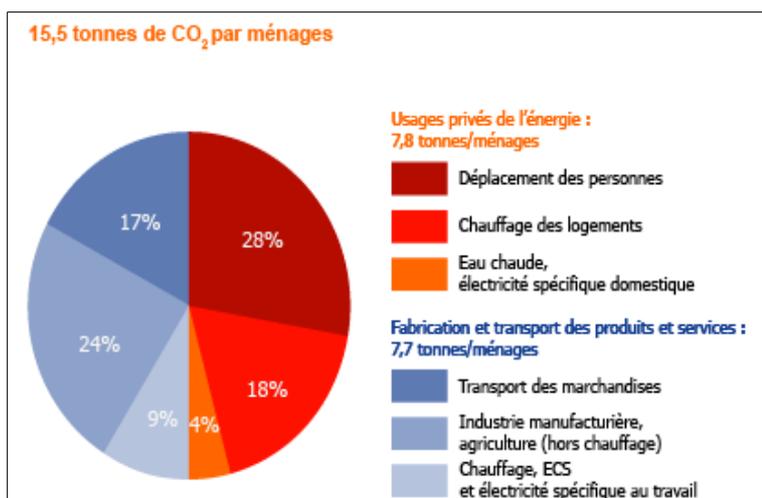
1. Efficacité énergétique

Pour éviter une catastrophe climatique, tous les experts s'accordent à dire qu'il faudrait converger vers une consommation par habitant à 2 Tep par an, ce qui reviendrait pour les Européens à diviser par deux leur consommation, et par quatre pour les Américains. Notons par ailleurs que, quoi qu'il arrive, même en admettant que l'on ramène la consommation à 2,25 Tep/an par habitant, la seule croissance démographique entraînerait une hausse de 70 % de la consommation mondiale.

Deux types d'action doivent être mis en oeuvre pour répondre à l'impératif écologique. Nous traiterons dans cette première sous-partie la question de l'efficacité énergétique ou de la sobriété énergétique qui s'oppose à l'austérité énergétique que certains préconisent. Nous ne partageons pas cette proposition contraire à nos principes expliqués plus haut. Si nous refusons un quelconque rationnement des populations, nous prônons une efficacité qui revient à limiter le gaspillage. Sur les gâchis à combattre, on ajoutera à ce qu'en ont dit les personnalités auditionnées ceux qui proviennent directement des rapports des classes entre elles, notamment :

- les délocalisations avec la multiplication et l'allongement des transports qu'elles génèrent ;
- la guerre économique entre les groupes avec les redondances d'équipements consommateurs d'énergie qu'elle entraîne ;
- le coût énergétique des dépenses militaires à des fins de domination ;
- le train de vie des « hyperprivilégiés » ;
- les modes de consommation imposés aux couches populaires, avec des biens d'équipement à faible durée de vie et dont la production est consommatrice d'énergie.

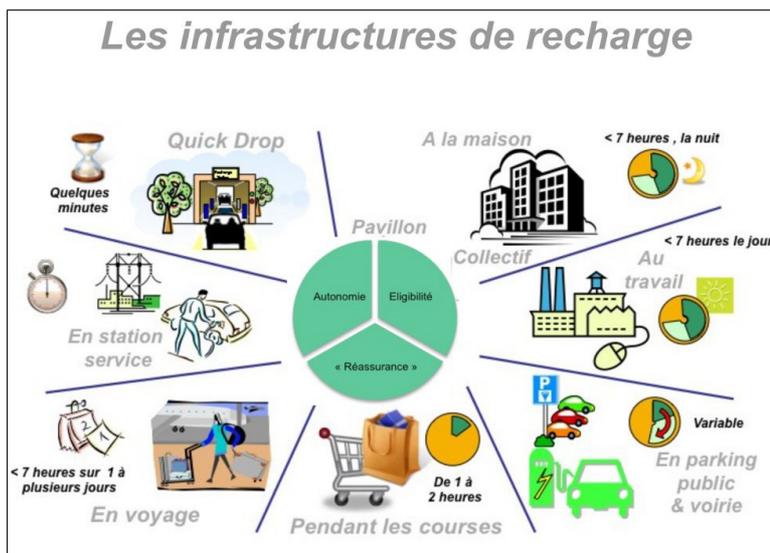
Deux domaines seraient particulièrement concernés, car très consommateurs : les transports et le logement. Le graphique ci-contre détaille les émissions de CO₂ par ménage français, et l'on voit



que la consommation liée à ces deux domaines représente une part significative du total.

Transports. Si elle n'est pas la principale, la pollution liée au trafic n'est pas négligeable et même particulièrement importante en milieu urbain. Il s'agit donc de développer les transports en commun urbains et interurbains et de les électrifier partout où cela est possible. C'est dans le domaine de la voiture électrique que les procédés industriels et le savoir-faire sont les plus avancés. Le développement de ce nouveau moyen de transport a des implications très importantes en termes de progrès technologique, mais surtout d'infrastructure. Même si le besoin en électricité pour deux millions de voitures en France est évalué à seulement 1 % de la consommation totale, il importe de prévoir la gestion des pics de consommation. Dans le même temps, l'énorme quantité d'énergie « stockée » par les véhicules en stationnement pourrait être rentabilisée, par exemple pour gérer ces mêmes pics de consommation. Un lien est à faire ici entre ce « gisement » d'énergie que sont des milliers de batteries non utilisées et branchées sur secteur et la problématique du stockage des énergies nouvelles.

Le rechargement des batteries nécessite un temps long, et donc une planification de l'usage que l'on fait de sa voiture. Si on veut développer des moyens de transports propres, il faut bousculer les habitudes, penser collectif et plus loin dans le temps. Il faut planifier, à l'échelle locale – et individuelle – mais aussi à l'échelle de l'État, d'où la nécessité de se doter d'un outil de concertation pour favoriser la planification écologique : un outil de type Commissariat au Plan. Les collectivités locales sont le levier qui



pourrait impulser le développement de ce mode de transport, par exemple *via* la pratique de l'auto partage. Les utilitaires légers (minibus, livraison de boissons, camions poubelles, taxis) sont aussi électrifiables : il appartient ici encore aux collectivités locales de donner une impulsion pour qu'ils se développent. La France a su réorienter sa recherche vers les véhicules décarbonés en 3-4 ans. Mais il faut savoir passer au stade industriel pour produire et vendre... Inventer, produire, se doter d'infrastructures nécessite une vision sur le long terme. Équiper le pays et l'Europe est un investissement d'ampleur, mais il faut relativiser ce coût : en apportant un confort de vie et en préservant l'équilibre de la planète, on fait beaucoup d'économies. On en fait aussi de plus terre-à-terre : sur la santé, sur l'isolation phonique... et sur l'essence. L'électrification n'est pas encore au point pour les camions de transit, et la recherche reste à mener. Cependant, la meilleure solution

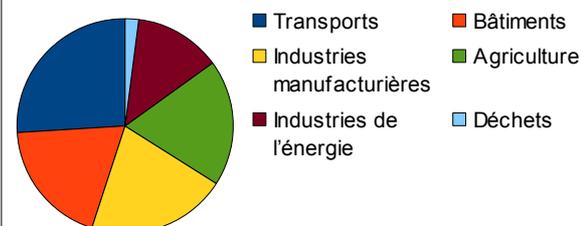
reste le ferroutage pour le transport de marchandises. Il faut que le transport par train soit largement privilégié, c'est le plus respectueux de l'environnement, et les camions entraînent de nombreuses nuisances.

Logement. Le logement est également un secteur clef dans la consommation d'énergie : il représente aujourd'hui 19 % des émissions de gaz à effet de serre. L'habitat est l'un des secteurs dans lequel les techniques de travaux d'économies d'énergie sont les mieux éprouvées. Un habitat « basse consommation » peut consommer 10 à 20 fois moins qu'un habitat construit dans les années 60¹⁶, où le coût de l'énergie était très bas, et le souci de l'environnement inexistant. Il peut même produire plus d'énergie qu'il n'en consomme : c'est ce qu'on appelle un bâtiment « à énergie positive ». D'ici 2050, le secteur résidentiel peut consommer 4 à 5 fois moins qu'aujourd'hui, à niveau de confort constant.

Ici encore, le souci de l'efficacité énergétique concorde avec la flambée des prix de l'énergie : la première réglementation imposant une performance énergétique minimale des constructions neuves, le Règlement Thermique (« RT »), date de 1975 et est consécutif au premier choc pétrolier. Les normes sont actualisées tous les 5 ans environ, la dernière étant la « RT 2005 ». Mais l'amélioration de la performance énergétique a été compensée par l'accroissement de la surface des logements et la multiplication des équipements de confort, avec de fortes inégalités, en France et au niveau mondial. La réglementation a stabilisé la consommation d'énergie, elle ne l'a pas diminuée. L'eau chaude sanitaire et le chauffage représentent 80 % de la consommation d'énergie d'un logement. Les différents services énergétiques émettent plus ou moins de gaz à effet de serre selon la source d'énergie utilisée. La part due au chauffage représente 70 % des consommations d'énergie dans l'habitat, et l'isolation est donc l'enjeu principal. Les travaux d'isolation, par les économies d'énergie qu'ils permettent, sont rentables en quelques années.

Isolation des logements, encouragement des transports décarbonés : l'impulsion dans ces domaines est politique. Il importe, pour la préservation de la planète et dans l'intérêt de l'humanité, de faire avancer ces deux chantiers. Ce seraient également des milliers d'emplois qui pourraient être créés dans ces secteurs.

rejet de gaz à effet de serre par secteur



Source : PNLCC, CITEPA, 2005

16 Source : <http://www.renovation-ecologique.org>

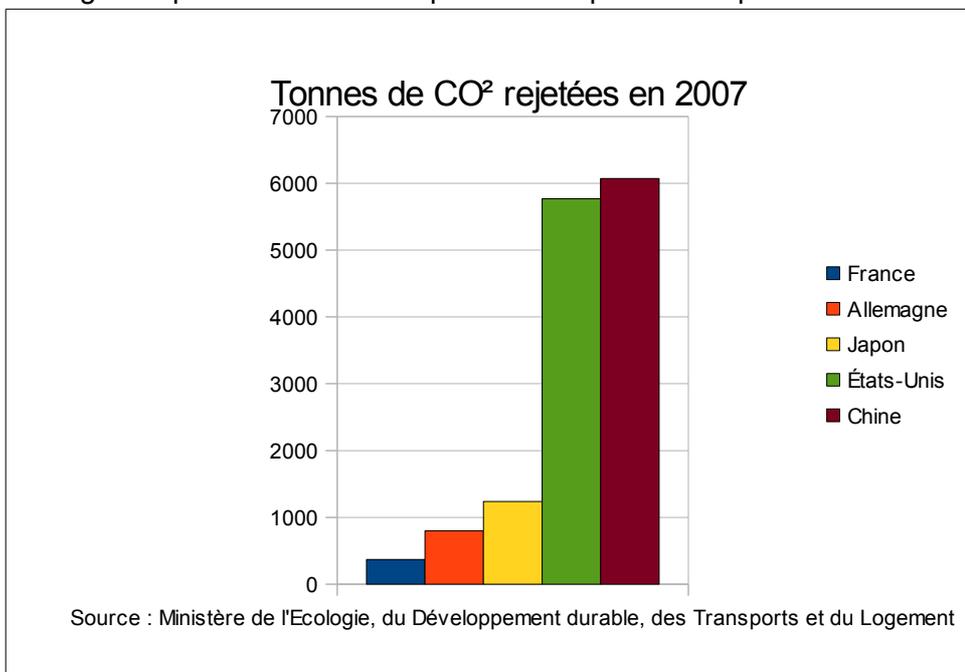
2. Un mix énergétique d'avenir

L'efficacité énergétique est un enjeu fondamental, mais ne suffit pas à répondre aux besoins en énergie. Aucune forme d'énergie ne peut à elle seule répondre aux problèmes posés.

Nous l'avons vu, les énergies renouvelables offrent des possibilités difficiles à mesurer, tant elles sont liées à nos avancées technologiques. Il importe avant tout de favoriser la recherche dans tous les domaines, sans exclusive : on ne peut faire l'impasse sur aucune énergie. Cela demande un investissement extrêmement important, mais qui sera intéressant économiquement : l'urgence écologique va favoriser

les pays qui auront avancé dans le domaine du renouvelable ou du nucléaire. Mais, étant donné les problèmes déjà mentionnés de stockage et d'intermittence, il est impératif de faire un choix entre énergies fossiles et nucléaire pour assurer la production dans la durée. Ces choix, s'ils doivent être pris collectivement, relèvent dans la pratique de décisions prises au niveau national. C'est pourquoi il est urgent que la France agisse. Nous avons déjà des particularités qui nous sont propres : la part du nucléaire dans notre production d'énergie est à mettre en lien avec notre part relativement faible dans les émissions de gaz à effet de serre. Il importe de construire une politique ambitieuse et responsable qui contribue à une politique européenne de l'énergie.

Car toutes les décisions sur l'énergie sont intrinsèquement politiques : la recherche doit se déployer dans toutes les directions. Elle requiert à la fois recherche fondamentale et recherche de développement qui ne peuvent pas se passer l'une de l'autre. Dans ces domaines il est urgent de sortir d'une logique de rendement à courte vue, ce qui implique une intervention des pouvoirs publics. La France, avec son savoir-faire, a un devoir d'exemplarité. Il faut que les conditions de sécurité soient parfaitement respectées, et pour ce faire, il ne faut pas livrer le nucléaire à la concurrence (nucléaire low-cost). La production d'énergie doit rester un service public. Tous ces



choix (recherche, service public, contrôle sur toute la chaîne) sont des décisions politiques.

L'énergie nucléaire, nous l'avons dit, est peu chère et pollue bien moins que les énergies fossiles carbonées. D'un point de vue plus prosaïque, le fait que ce secteur soit une industrie nationale performante doit aussi être pris en compte : la France a un savoir-faire et une expertise reconnus dans le monde. EDF est un opérateur de service public intégré sur toute la chaîne, de la production à la distribution en passant par les réseaux.

Si la demande en énergie augmente et va continuer à augmenter au fil des ans, la demande en électricité croît proportionnellement plus rapidement encore. Pour 2050, on estime que là où la production d'énergie doit être multipliée par deux, celle d'électricité le sera par 2,5. Dans ce contexte, la part du nucléaire va probablement progresser, comme c'est déjà le cas pour de nombreux pays (Afrique du Sud, Turquie, Arabie Saoudite, Inde, Russie, Chine, Viêt-Nam...).

Il ne faut cependant pas sous-estimer les problèmes qui lui sont liés. Le nucléaire low-cost, on l'a dit, représente un véritable danger. La non-existence de normes internationales est un vrai problème. Des normes très rigoureuses doivent être élaborées et encadrer l'ensemble du nucléaire, de la conception des centrales à la gestion des déchets, en passant par la sécurité et leur implantation géographique. Pour l'instant, seule une association des opérateurs (WANO) se charge de faire respecter des normes de sécurité, mais les sanctions ne sont pas suffisamment dissuasives. En outre, il n'est pas raisonnable de confier aux seuls opérateurs la vigilance sur la sécurité. Les instances de sûretés doivent être indépendantes, mais aussi se situer aux niveaux : national (par exemple sur le modèle de l'Autorité de Sûreté Nucléaire), et international (une International Atomic Energy Agency remaniée et plus puissante). L'organisme international serait particulièrement attentif avec les pays dépourvus d'une autorité de sûreté nationale compétente. Il serait aussi le vecteur d'une véritable coopération internationale du nucléaire. Cette industrie demandant des compétences et un contrôle rigoureux.

La dangerosité de cette énergie ne saurait être niée. Fukushima a relancé le débat autour du nucléaire. Cette dangerosité oblige à mettre en place des dispositifs de sécurité rigoureux et à faire fonctionner cette énergie à l'abri des intérêts privés. C'est pourquoi il est important de permettre au grand public de poser les questions qui concernent le nucléaire, afin de rationaliser le débat sur cette question.

Intensifier la recherche dans le domaine des énergies, qu'elles soient renouvelables ou nucléaire, doit être une priorité, car les potentialités sont réelles et qu'il est urgent d'y travailler. Toutes ces décisions politiques ne sauraient échapper à l'examen populaire : cet

enjeu est un enjeu majeur du XXI^e siècle, et c'est justement du fait de sa complexité, de l'importance de la décision, que ce choix doit être l'affaire du peuple, un choix instruit par différentes expertises, un choix conscient et responsable. Le rôle des politiques est de permettre un véritable débat populaire. La politique énergétique de la France doit être définie démocratiquement et pensée à l'échelle européenne et mondiale.

CONCLUSION

Toute entreprise humaine doit avoir pour but l'émancipation humaine ; cette affirmation n'est pas une formule, c'est une conviction profonde, c'est même mieux : une règle incontournable qui dicte chacune de nos prises de position. C'est ainsi que chacun de nos engagements répond à la question essentielle : que pouvons-nous apporter à l'humanité ? Quelle contribution pour construire ce que Fernand Pelloutier a appelé une « société d'hommes fiers et libres » ?

La première de nos conclusions relève de l'évidence : l'énergie – comme la planète – est un bien commun à toute l'humanité. Ce qui est indispensable à son développement ne doit pas être placé entre les mains de la finance, ne doit pas être soumis à la spéculation ni à la loi du marché. Il faut exiger un contrôle public de ce qui relève du service public.

Nous l'avons vu, quoi qu'il arrive, la demande mondiale d'énergie va augmenter dans des proportions très importantes. Dans le même temps, nous devons impérativement réduire l'émission de gaz à effet de serre. Nous avons exposé l'urgence de la situation, nous n'y revenons pas. Gardons en tête ces éléments, et choisissons le mix énergétique qui nous semble pouvoir résoudre cette difficile équation.

Les énergies renouvelables doivent être encouragées. Il faut soutenir la recherche dans ces domaines, et impulser une politique volontariste dans ce sens. La France doit acquérir une expertise dans ce domaine comme elle l'a acquis dans le nucléaire. Cependant, ces énergies ne suffiront pas à satisfaire la demande mondiale. Il ne faut donc pas compter sur le seul renouvelable.

Produire beaucoup, sans polluer, une énergie peu chère : telle est la capacité de l'énergie nucléaire. Nous affirmons ici que dans la situation où nous sommes, et étant donné les possibilités qui nous sont offertes, le nucléaire doit être considéré comme une partie de la solution. Mais cette énergie, rappelons-le, est dangereuse. C'est-à-dire qu'elle ne peut pas être utilisée sans un maximum de précautions. L'expérience a déjà montré,

dans de nombreux domaines, que la politique du rendement maximal menait à brader la sécurité. Il est impératif de sortir l'exploitation du nucléaire des mains des entrepreneurs privés. L'intérêt public seul peut – et doit – gérer les centrales. Cela signifie l'abandon de la sous-traitance, une production sous contrôle public, l'élaboration de normes internationales strictes.

Ces choix sont primordiaux, et doivent être pris très rapidement. C'est pourquoi il faut, dans les délais les plus courts possible (rappelons que l'AIE préconise une réaction avant 2017), s'engager dans des choix énergétiques clairement définis. Ici intervient une dimension extrêmement importante : quelles doivent être les modalités de cette prise de décision ? Autrement dit, qui est légitime pour décider de l'avenir de la planète et de ses habitants ? La réponse relève de cette évidence qui n'est malheureusement pas encore admise : seul un vaste débat public permettrait de décider souverainement et légitimement de notre mix énergétique. Les choix énergétiques, parce que leurs conséquences concernent directement les populations, ne peuvent être faits que par le peuple : ces questions sont trop importantes pour être laissées aux seuls experts. Ce document se veut une base de travail et de réflexion permettant à chacun de se forger une opinion, opinion qui serait à confronter et à discuter dans le cadre de ce débat public.

Organiser un débat public pour définir un mix énergétique ne suffit pas. Le contrôle citoyen doit s'exercer dans la durée pour garantir les choix effectués. Ce contrôle passe notamment par le caractère de Service public des entreprises de production et de distribution d'énergie, par un contrôle de la gestion de ces opérateurs.

Les choix que sera amenée à faire la France aura des conséquences sur le monde et l'Europe ; et si elle prône l'idée de coopération, elle devra inscrire ses propres décisions à l'échelle de la planète toute entière.

La Fondation Gabriel Péri va continuer ce travail autour de ces questions. D'autres auditions vont avoir lieu sur ces sujets essentiels que sont le débat public et la gestion sous contrôle public et citoyen. Elle fera connaître la suite de ses travaux, dans le but d'enrichir et d'alimenter ce débat qui se doit d'être rationnel, dépassionné, démocratique.