

Energie et effet de serre

Douze notes brèves

N'avons-nous pas la tâche d'éclairer le pouvoir politique sur les décisions qu'il prépare ? Il a besoin en effet qu'on l'éclaire sans concession, indépendamment de ce qui se dit le plus souvent si l'on pense que le discours dominant s'égare.

Pour notre sécurité d'approvisionnement en énergie et pour réduire les émissions de CO₂, nous avons intérêt à beaucoup diminuer la consommation française de carburant pétrolier, de fioul et de gaz.

Ayant écrit quelques livres sur le sujet (voir ci-dessous), j'ai réuni l'essentiel, un « résumé pour décideurs », sous la forme de douze notes brèves qui présentent des analyses et des propositions (sur la réglementation, la fiscalité, le financement...) parfois non conventionnelles mais toujours argumentées.

Le but : diminuer la consommation d'énergie fossile (pétrole, gaz et charbon) pour, à la fois, diminuer les émissions de CO₂ et renforcer notre sécurité d'approvisionnement en énergie et cela sans dépense inutile.

Je pense que l'ensemble forme un tout cohérent qui ménage le pouvoir d'achat des ménages, aide à la compétitivité de notre économie et tient compte de l'état des finances publiques.

Voici le titre de ces notes brèves :

- 1- Pourquoi faire des économies d'énergie ? – Question sacrilège ?
- 2- Le coût du CO₂, le prix du CO₂ – 10 € ou 200 € par tonne ! De quoi s'agit-il ?
- 3- La réglementation thermique des bâtiments n'est pas conforme à la loi, oblige à dépenser davantage et augmente les émissions de CO₂...
- 4- Un « impôt carbone » sur le fioul, le gaz et le carburant : diminuer l'incertitude pour susciter les investissements qui réduisent la consommation
- 5- Le marché européen de CO₂ va très mal ; mais ne jetons pas le bébé avec l'eau du bain !
- 6- La sûreté nucléaire sera meilleure si la capacité nucléaire ne manque pas et si l'on combine l'électricité à d'autres formes d'énergie
- 7- Pour les actions qui diminuent la consommation de fioul, de gaz ou de carburant, un financement incitatif qui diminue l'incertitude et évite les effets d'aubaine
- 8- La bio-chaleur est dix fois plus efficace que le biocarburant ; que l'automobiliste finance donc la bio-chaleur !
- 9- Pour contourner la difficulté de stocker l'électricité, développer les usages hybrides de l'énergie : voilà un service de « stockage d'électricité » et d' « effacement » à proposer aux pays voisins
- 10- Pour beaucoup diminuer les émissions de CO₂ au moindre coût, une possibilité : consommer autant d'énergie renouvelable que nucléaire - sans éoliennes ni photovoltaïque
- 11- Moins de CO₂, moins d'énergie fossile, moins de nucléaire, combien cela coûte-t-il ? Moins de nucléaire : le coût pour la France serait au moins de 20 milliards d'euros par an
- 12- Pour diminuer les émissions de CO₂, le monde, l'Europe, la France. Pourquoi la France a intérêt à agir même seule

Conclusion des douze « notes brèves » : le devoir d'éclairer le politique sur les décisions qu'il prépare.

Synthèse : analyse et propositions

Beaucoup est dit dans ces douze « notes brèves » ; mais pas tout, bien sûr. On peut se référer aussi à un site Internet : www.hprevot.fr, à des articles et à des ouvrages :

- *Moins de CO₂ pour pas trop cher – propositions pour une politique de l'énergie* – l'Harmattan, 2013.
- *Avec le nucléaire – un choix réfléchi et responsable* – Seuil 2012.
- *Trop de pétrole ! – énergie fossile et réchauffement climatique* – Seuil 2007, prix de l'Académie des sciences morales et politiques.
- *L'économie de la forêt – mieux exploiter un patrimoine* – Edisud 1993.
- Et aussi, sur un sujet plus large : *La France, économie sécurité – économie mondialisée, sécurité nationale, Union européenne* – Hachette ; 1994, prix des ministères – accessible aujourd'hui sur www.hprevot.fr

1- Pourquoi faire des économies d'énergie ? – Question sacrilège ?

Cet objectif, économiser l'énergie, – qui inspire lois et règlements –, n'est-il pas évident et ne devrait-il pas s'imposer *moralement* ? Et pourtant...

D'un point de vue technique, les ressources en énergie sont quasiment illimitées : outre les réserves en pétrole, gaz et charbon (les énergies fossiles), le soleil, le vent, l'énergie de la mer, la chaleur du sol, la biomasse, la matière pouvant être transformée en énergie nucléaire. La quantité effectivement utilisée dépendra du coût d'exploitation de ces énergies « primaires » et de ce que les consommateurs sont prêts à payer. Le coût diminuera avec le progrès technique ; la propension à payer augmentera avec le progrès économique.

Au contraire, si l'on veut éviter une évolution catastrophique du climat, d'un point de vue technique il existe une limite aux émissions de CO₂, donc à la consommation d'énergie *fossile* (pétrole, gaz et charbon)¹, et cette limite viendra bien plus tôt que l'« épuisement » des réserves d'énergie fossile. Cette limite ne dépend pas du progrès technique ni économique. La limite de consommation d'énergie *fossile* est donc *radicalement différente* de toute limite que l'on voudrait assigner à la consommation d'énergie. Or on ne voit guère d'étude académique analysant cette différence pour en tirer les conséquences. C'est dommage.

Confondre réduction de consommation d'énergie et réduction de consommation d'énergie *fossile* est *une erreur conceptuelle radicale* qui fait sentir ses effets sur les politiques française et européenne de l'énergie. C'est particulièrement fâcheux car il est fréquent que le moyen le moins coûteux de diminuer les émissions de CO₂ conduise à consommer plus d'énergie que d'autres qui émettent plus de CO₂. Ainsi, la production de biocarburant de seconde génération demande deux à quatre fois plus d'énergie primaire que la production de carburant pétrolier ; pour se chauffer, l'utilisation de biomasse ou d'électricité consomme plus d'énergie primaire que l'utilisation de gaz mais émet beaucoup moins de CO₂.

C'est ainsi que la réglementation thermique des bâtiments (qui limite fortement la consommation d'énergie sans tenir compte des émissions de CO₂) rate parfaitement le seul objectif qui vaille : diminuer notre consommation d'énergie *fossile* et, du même coup, renforcer notre *sécurité d'approvisionnement* en énergie et *participer à l'effort mondial de diminution des émissions de CO₂*. J'y reviendrai dans une prochaine note, après avoir abordé un autre thème où une erreur d'analyse conduirait, là aussi, à une erreur de politique : qu'est-ce au juste que le « coût du CO₂ » ou le « prix du CO₂ » - ici quelques euros et là quelques centaines d'euros par tonne de CO₂. ?

Note complémentaire sur l'évolution à moyen et long terme de la consommation d'énergie :

Il ne s'agit pas, bien sûr, d'être hostile aux économies d'énergie lorsque c'est la meilleure méthode pour diminuer les émissions de CO₂. Mais je voudrais souligner que, fondamentalement, l'humanité consommera toujours plus d'énergie. Voici pourquoi.

Parler indifféremment d'énergie n'a aucun sens. Par exemple, l'énergie du soleil et l'énergie d'un laser portent le même nom mais n'ont rien à voir. La seconde est beaucoup plus « pointue », beaucoup plus précise que la première et, pour produire 1 de la seconde, il faut 1000 de la première. L'humanité saura produire des énergies de plus en plus pointues et saura utiliser les produits fabriqués par cette énergie tels que des microprocesseurs sans cesse miniaturisés pour la santé, les télécommunications, la robotique, etc.

N'oublions pas, d'autre part qu'il faudra beaucoup d'énergie pour répondre aux besoins essentiels d'une humanité toujours plus nombreuse : des chaînes logistiques pour préserver la qualité des denrées alimentaires, le dessalement de l'eau de mer, la mobilité des personnes, etc.

Dans les pays développés comme dans les pays en développement, l'économie d'énergie est un *moyen*, souvent un bon moyen. La prendre pour objectif est une faute. Seules les émissions de CO₂ comptent.

¹ Car les possibilités pratiques de stockage souterrain de CO₂ sont limitées.

2- Le coût du CO₂, le prix du CO₂ – 10 € ou 200 € par tonne ! De quoi s’y perdre !

La notion de « coût du CO₂ » est très malcommode car elle dépend du prix du pétrole, lui-même imprévisible. Il existe un indicateur et un critère de coût maximum beaucoup plus commodes car indépendants du prix de l’énergie fossile. Ils pourraient guider la réglementation, la fiscalité et la mise en place de nouveaux modes de financement – ce dont je parlerai dans de prochaines notes.

Coût des dommages causés par le CO₂ et « coût du CO₂ » d’une décision qui évite des émissions

Il y a un coût des dommages causés par les émissions de CO₂. Il est très difficile à évaluer. Disons que, si les émissions continuent d’augmenter comme elles le font, l’augmentation du coût des dommages causée par une augmentation des émissions de CO₂ (le coût « marginal ») sera de 100 à 200 €/tCO₂ (euros par tonne), voire plus. Ce coût ne dépend pas du coût de production des énergies fossiles, pétrole, gaz et charbon.

En général, le « coût du CO₂ » est tout autre chose : c’est *la différence* entre ce que l’on dépense ayant pris la décision de diminuer les émissions et ce que l’on aurait dépensé sans cette décision. Toute action qui diminue les émissions a donc un « coût du CO₂ » (sous-entendu : évité). Dans le cas d’un programme de diminution des émissions formé de multiples actions, le coût du CO₂ *marginal* est le plus élevé des coûts du CO₂ des actions du programme.

Dans un monde économique « idéal » (information parfaite, pas de rentes de rareté ni de monopole, etc.), les coûts marginaux des dommages et des actions sont égaux. La réalité en est *très éloignée*.

De quoi dépend le « coût du CO₂ » des décisions prises pour diminuer les émissions de CO₂

Le coût du CO₂ dépend **1-** des dépenses d’économie d’énergie ; **2-** du manque à gagner si l’on consomme moins d’énergie ; **3-** du prix payé pour des énergies non fossiles ; et **4-** du prix que l’on aurait payé pour l’énergie fossile que l’on ne consomme pas (le coût du CO₂ baisse lorsque ce prix augmente).

Dès lors que la France s’est fixé une limite d’émissions, du point de vue national le coût du CO₂ dépend *de la limite* ainsi fixée et *des prix mondiaux* du pétrole, du gaz et du charbon. 20 \$/bl de plus diminuent arithmétiquement le coût du CO₂ de 40 €/tCO₂. Du point de vue des consommateurs, le coût du CO₂ dépend du prix payé pour leur gaz, leur fioul et leur carburant, c’est à dire non seulement des prix mondiaux mais encore des impôts nationaux.

Pour la France et pour les consommateurs, le coût du CO₂ dépend aussi *du coût de l’électricité produite sans émissions de CO₂*, c’est-à-dire de la part du nucléaire et de l’importance de l’électricité éolienne et solaire.

En conséquence, indiquer un « coût du CO₂ » sans rien dire du prix du pétrole ni de la capacité de production nucléaire est une forme – qu’on me pardonne l’expression ! - de « mensonge par omission ».

Un prix du CO₂ existe là où il y a un marché ; le marché européen du CO₂ est trompeur

Il y a un marché là où il y a une rareté et où il est possible de négocier. Créons une rareté qui s’impose à un ensemble d’acteurs - ici la quantité d’émission de CO₂. Donnons aux acteurs la possibilité de négocier les émissions de CO₂. Il s’ensuivra un prix du CO₂. Si le marché est « parfait » le prix est le coût marginal du CO₂ vu par les acteurs du marché. Il y a un prix par marché. Sur le marché européen, quelques €/t CO₂.

Tant que les entreprises européennes ne seront pas protégées de la concurrence venant de pays qui ne sont pas soumis aux mêmes obligations, il n’est pas étonnant que les limites qui leur sont imposées ne leur coûtent pas trop cher. On a créé un marché du CO₂ pour avoir un prix. Il en ressort un prix qui ne représente *pas du tout* l’effort à faire. Il est donc trompeur. C’est dommage car un marché du CO₂, si certaines conditions sont réunies, peut être très efficace.

Un indicateur de coût et un critère de coût maximum indépendants du prix de l’énergie fossile

A toute décision prise pour diminuer les émissions, on peut attacher une étiquette indiquant quel devrait être le prix de l’énergie fossile pour que cette décision soit rentable.

S’il est possible de respecter une limite d’émission en prenant des décisions qui seraient rentables à supposer que le prix à la consommation finale soit à un certain niveau, il est inutile d’en prendre de plus coûteuses. Ce niveau de prix, qui ne dépend pas du prix du pétrole, est un critère de coût maximum beaucoup plus commode que le « coût du CO₂ ». Il dépend fortement de la capacité nucléaire.

Pour diviser par trois les émissions françaises ce critère serait à mon avis, *selon la capacité nucléaire*, de 150 ou 250 € par MWh de chaleur, de 2 € ou 3 € par litre de carburant – j’y reviendrai dans une autre note.

3- La réglementation thermique des bâtiments n'est pas conforme à la loi, oblige à dépenser davantage et augmente les émissions de CO₂

Les lois de Grenelle mettent la lutte contre les émissions de gaz carbonique (CO₂) au premier rang des priorités de la politique de l'énergie. Elles disent qu'une réglementation (un décret et des arrêtés) limitera la consommation d'énergie en tenant compte des émissions de CO₂. Limiter la consommation d'énergie est donc vu par la loi comme *un moyen* dont l'usage est conditionné par le but, diminuer les émissions de CO₂.

La nouvelle réglementation thermique applicable aux bâtiments neufs, la RT2012, fixe une limite de consommation d'énergie mais cette limite ne tient pas compte des émissions de CO₂ lorsque l'énergie consommée est de l'électricité ou de la géothermie – elle en tient compte, mais très imparfaitement, dans le cas de la biomasse. Donc la RT2012 se donne comme *objectif* la diminution de la consommation d'énergie, et non les émissions de CO₂. *En cela elle n'est pas conforme à la loi.*

Le cas de l'électricité est particulièrement criant. C'est la quantité d'énergie « primaire » qui est limitée, c'est-à-dire la quantité de chaleur qui a permis de produire l'électricité. La consommation d'énergie par les ménages doit donc être très inférieure s'il s'agit d'électricité à ce qu'elle peut être s'il s'agit de gaz ou de fioul (dans un rapport de 1 à 2,58). On ne peut donc respecter la limite de consommation avec un chauffe-eau et un chauffage électriques qu'en dépensant en isolation thermique et en équipements coûteux (comme des pompes à chaleur) beaucoup plus que si l'on consomme du gaz. Or la production d'électricité émet, en France métropolitaine, beaucoup moins de CO₂ que l'utilisation de gaz ou de fioul.

Conséquence : alors que les nouveaux logements s'équipaient généralement de chauffage et de chauffe-eau électriques, désormais ils sont en grande majorité équipés au gaz ce qui, comparé à la réglementation précédente, *augmente les émissions de CO₂.*

La RT 2012 ne tient pas compte des dépenses qu'elle rend obligatoires

Il est *a priori* justifié qu'une réglementation dont le but est à la fois de diminuer les émissions de CO₂ et de renforcer la sécurité d'approvisionnement en énergie génère des dépenses supplémentaires. Mais dans une certaine limite seulement ! Or la RT2012, non seulement se trompe d'objectif, mais encore ne tient aucunement compte des dépenses supplémentaires qu'elle rend nécessaires.

A cela s'ajoute un délire normatif (un des deux arrêtés comprend 1400 pages !) qui la rend inapplicable et entrave le progrès technique comme le dénonce très sévèrement la Commission d'évaluation des normes.

Comment en est-on arrivé là ? Qui en bénéficie ; qui en souffrira ?

Cette RT2012 semble être le résultat d'une convergence d'intérêts de tous ordres (la recherche à tout prix de la performance technique extrême tels les « logements à énergie positive », l'opposition au nucléaire, la vente de gaz et celle de produits isolants). Et qui en souffrira ? Ceux dont les revenus sont faibles, ceux qui recherchent des logements devenus moins nombreux car excessivement chers et l'économie de notre pays, alourdie de dépenses inutilement coûteuses : ce que l'on dépense là ne peut pas être dépensé ailleurs.

Et tous ces effets pervers peuvent être multipliés. En effet, si la réglementation sur les bâtiments neufs n'est pas corrigée, pourquoi la réglementation sur l'existant que prépare l'administration n'aurait-elle pas les mêmes graves défauts : limiter la consommation d'énergie sans tenir compte des émissions de CO₂ et ignorer l'impact sur les dépenses ?

Revenons à la raison ; une requête a été déposée au Conseil d'Etat

La réglementation thermique sur le neuf comme sur l'existant devrait fixer une limite non pas de consommation d'énergie, mais *d'émissions de CO₂*, et elle devrait *conditionner son application au respect d'un critère de dépense maximum* qui, lui-même, dépendra de la capacité nucléaire².

Cela passe par une réforme de cette RT 2012 qui défie et la loi et la raison. Ce sera sans doute l'avis du Conseil d'Etat, invité à nouveau par une récente saisine³ à examiner cette question non plus sur la forme mais sur le fond.

² J'ai présenté ce critère dans la note précédente. Pour économiser 1 MWh/an il semble inutile de dépenser plus de 2200 € si la capacité nucléaire est suffisante comme je le montrerai dans une autre note.

³ Par l'association « Sauvons le climat ».

4- Un « impôt carbone » sur le fioul, le gaz et le carburant : diminuer l'incertitude pour susciter les investissements qui réduisent la consommation

Supposons que la France ait réellement décidé de diminuer sa consommation d'énergie fossile (fioul gaz et carburant pétrolier) pour diminuer nos émissions de CO₂, préserver notre sécurité énergétique et rétablir notre balance commerciale. Les moyens pour y parvenir sont bien connus. Des subventions ? Les fonds publics font défaut. La réglementation ? Parfois, sans doute, mais les inconvénients sont souvent énormes : lourdeur administrative, contrôles et, surtout, risque de rendre obligatoires des dépenses excessives comme on le voit avec la réglementation sur les bâtiments. Le seul moyen de portée générale est une hausse du prix payé par les consommateurs.

L'Etat peut se contenter de dire et de répéter que les prix mondiaux du pétrole, du gaz et du charbon vont augmenter. Certains responsables politiques peuvent même se féliciter de les voir monter, ce qui fait baisser les émissions sans qu'ils n'aient à prendre aucune décision impopulaire. Ce n'est pas très glorieux. Pour diviser notre consommation d'énergie fossile par trois ou quatre, ne serait-il pas préférable de décider nous-mêmes cette hausse de prix avec un impôt dont le produit resterait en France au lieu d'alimenter les caisses d'Etats dont les intérêts ne sont pas les nôtres ?

Non pas un impôt pour alimenter le budget de l'Etat, non pas un impôt pour compenser le coût de dommages causés ailleurs dans le monde et dans les décennies à venir ; mais un impôt créé pour que le consommateur décide de réaliser des économies d'énergie et de consommer des énergies non fossiles (chaleur du sol et du soleil, biomasse, biocarburant et biogaz, électricité produite sans émissions de CO₂) suffisamment pour diviser par trois ou quatre la consommation de fioul de gaz et de carburant.

Elever progressivement et de façon planifiée, non l'impôt, mais le prix à la consommation finale

Le choix du consommateur, redisons-le, est sensible *au prix*, non à l'impôt. Conséquence arithmétique : si l'Etat décide de faire monter progressivement le prix du gaz du fioul et du carburant, l'impôt sera calculé en fonction des prix mondiaux du pétrole, du fioul et du gaz. Si ceux-ci sont plus haut, l'impôt sera plus modéré et inversement. Si ces prix, certaines années, flambent, l'impôt ne pourra pas être négatif. L'Etat déciderait donc que les prix à la consommation finale seraient en permanence supérieurs à *des prix plancher* qui augmenteraient régulièrement indépendamment du prix du pétrole et du gaz. Il s'agirait de prix « entrée en France » ou « sortie raffinerie » du pétrole, du gaz et du carburant pour ne pas gêner la concurrence entre les distributeurs d'énergie.

Les ménages qui ont peu de revenus paieraient comme tout le monde et percevraient, au titre de la solidarité nationale, une allocation indépendante de leur consommation réelle d'énergie. Les entreprises soumises à la concurrence internationale en seraient totalement ou partiellement exemptées.

Pour tenir compte de la situation économique actuelle, qui est particulièrement difficile, les prix plancher pourraient être légèrement inférieurs aux prix observés aujourd'hui. Pendant un an ou deux l'impôt serait alors nul. Il n'en serait pas moins incitatif car les consommateurs sauraient que les prix qu'ils paieront seraient voués à augmenter quelle que soit l'évolution du prix du pétrole, du gaz et du charbon ; or c'est l'incertitude qui est le plus grand frein aux investissements.

Jusqu'où faire monter le prix à la consommation finale ? Cela dépendra directement du coût de production de l'électricité consommée par nos véhicules électriques et hybrides, notre chauffage et nos chauffe-eau et pour produire efficacement du biocarburant. Dans le meilleur des cas le prix à la consommation finale serait (en euros d'aujourd'hui) de l'ordre de 2 € par litre de carburant à la pompe (avec la TIPP du gazole) et 150 € par MWh de gaz (y compris l'abonnement) – soit, par an, en plus de l'inflation, une augmentation de 2 centimes d'euros par litre, de 2 ou 3 € par MWh de chaleur. Beaucoup plus, bien sûr, si l'électricité coûte plus cher.

Autre incertitude à lever – qui n'est pas la moindre : peut-on faire confiance à l'Etat ?

Le gouvernement aura-t-il le *courage* de maintenir sa feuille de route, une augmentation régulière des prix à la consommation finale, si le prix du pétrole et du gaz augmente modérément ou baisse ? Autre façon de poser la question : en démocratie, un effort à long terme peut-il être demandé à nos concitoyens pour leur sécurité d'approvisionnement et pour participer à la lutte contre les émissions de CO₂ ? Je propose une réponse positive : notre gouvernement le pourra si, tel Ulysse ayant voulu écouter le chant des sirènes, il s'enchaîne à un mât et bouche les oreilles de ses serviteurs de sorte que ceux-ci, ignorant les ordres qu'il leur donnera peut-être, maintiendront le cap qu'il aura lui-même fixé avant l'heure de la tentation. Dans une prochaine note traitant du financement des décisions prises pour diminuer notre consommation d'énergie fossile - gaz, fioul et carburant -, je montrerai comment.

5- Le marché européen de CO₂ va très mal ; mais ne jetons pas le bébé avec l'eau du bain

Pour diviser par trois ou quatre les émissions européennes de CO₂, il faudrait ajouter aux prix actuels du charbon, du gaz et du pétrole un « coût du CO₂ » de plusieurs dizaines d'euros à la tonne (de l'ordre de 100 € ou davantage sans doute). Or le prix qui émerge du marché européen du CO₂ est aujourd'hui de 3 €/tCO₂. Ainsi, on a créé un marché pour savoir ce que vaut le CO₂ mais le prix qu'il nous indique est tellement faux qu'il en est mensonger.

Et ce marché, en sa courte existence, a connu des fraudes massives : fraude à la TVA (quelques officines qui se vendent et se revendent des permis d'émettre TTC récupèrent la TVA et disparaissent dans la nature avant d'avoir reversé la TVA au Trésor Public) et fraude sur les registres où sont consignés les échanges de permis d'émettre. Si les promoteurs de ce marché ont oublié de prendre les précautions suffisantes contre ces fraudes somme toute assez classiques, c'est probablement qu'ils ont été éblouis par la beauté théorique de leur démarche. Quoi de plus exaltant en effet que de créer de toute pièce un marché ? Qui plus est un marché, non pas de biens ou de services, mais un marché de quelque chose d'abstrait, un marché de notions, où l'on négocie des autorisations.

Ce qui détermine le prix du CO₂ sur un marché

Le prix du CO₂ est un coût de CO₂ évité, c'est à dire ce qu'il faut dépenser *en plus* pour respecter la limite d'émission de CO₂ (cf. une note précédente). Il dépend donc, *primo*, des dépenses qu'il faut consentir pour diminuer les émissions en consommant moins d'énergie ou en remplaçant du fioul, du gaz ou du charbon par autre chose et, *secundo*, du prix qu'on aurait payé pour l'énergie fossile que l'on ne consomme pas. Si la limite se resserre, il faudra dépenser de plus en plus, par tonne de CO₂ évité. D'autre part, quelle que soit la limite, elle devient moins contraignante si l'activité industrielle diminue.

Voilà donc ce qui détermine le prix du CO₂ sur le marché : **1-** la limite d'émission ; **2-** le niveau de l'activité économique ; **3-** le prix des énergies autres que fossiles ou les dépenses à engager pour diminuer la consommation d'énergie et **4-** le prix payé pour acquérir de l'énergie fossile. Les commentaires sur le prix du CO₂ oublient généralement de parler du prix de l'énergie fossile...

Aujourd'hui, le niveau de la demande est relativement faible et le prix de l'énergie fossile est relativement élevé. Mais cela ne suffit pas à expliquer le bas niveau du prix du CO₂. Celui-ci est une charge que n'ont pas à supporter les entreprises extérieures à l'Union européenne. Les Etats européens ont donc fixé une contrainte qui ne gêne pas trop leurs entreprises. Certes, celles-ci ne vont pas se délocaliser du jour au lendemain à cause du prix du CO₂ mais elles hésiteraient à réinvestir en Europe si la concurrence était trop déséquilibrée : il est facile de ne pas remplacer une sidérurgie vieillissante ou de produire du ciment en Turquie ou au Maroc plutôt qu'en Europe par exemple.

Trois conditions pour un marché du CO₂ efficace

Première condition d'un marché efficace : créer une taxe aux frontières égale au prix du CO₂ sur le marché.

Deuxième condition : que la « profondeur de temps » ou la « visibilité » du marché soit compatible avec la durée des investissements industriels. Avant de décider d'un gros investissement, les entreprises ont besoin de savoir ce qui les attend, non pas dans les trois ou cinq ans à venir, mais dans les vingt ou trente ans.

Troisième condition, bien sûr : une bonne police. C'est possible au niveau européen. Mais comment penser qu'un marché mondial du CO₂ entre Etats pourrait jamais bénéficier d'une police efficace ?

Fixer un prix minimum de CO₂ ? Ce serait faire perdre au marché sa principale vertu

On lit parfois qu'il faut fixer au CO₂ un prix minimum. Ce serait une belle sottise ! Ce que paie l'entreprise pour l'énergie qu'elle consomme (prix du CO₂ compris) est, sur le moyen terme et au-delà des fluctuations spéculatives, beaucoup plus stable que le prix de l'énergie fossile, puisque le prix du CO₂, qui est un coût de CO₂ évité, varie en sens opposé au coût de l'énergie. Le marché du CO₂ a donc la vertu de *stabiliser ce que dépense le consommateur pour son énergie*. Fixer un prix plancher du CO₂ lui ferait perdre cette vertu.

Un prix se constate ; il ne se manipule pas. Pour que le prix du CO₂ représente ce qu'il faut dépenser pour beaucoup diminuer nos émissions, il faut agir sur la limite d'émission. *Et cela ne sera possible que lorsque l'on aura créé une protection aux frontières. Le reste n'est que discours.*

6- La sûreté nucléaire sera meilleure si la capacité nucléaire ne manque pas et si l'on combine l'électricité à d'autres formes d'énergie

Certes, après un grave accident nucléaire, il y a peu de morts et l'expérience humaine montre qu'aucune situation, aussi dégradée soit-elle, n'est irréversible. Mais un accident nucléaire grave cause de tels dégâts qu'il faut se donner comme objectif un mode de production nucléaire qui rende physiquement impossible un très grave accident. C'est l'objectif notamment d'Astrid, prototype français de réacteur de quatrième génération. D'ici là, que faut-il faire ?

Si l'on estime que le risque de rendre inhabitables pour plusieurs décennies des terres situées autour d'un réacteur accidenté est absolument inadmissible, la seule décision logique est de cesser toute production nucléaire. Alors, si l'on diminue la capacité nucléaire, ce n'est pas pour diminuer la probabilité d'un accident mais pour aller vers son extinction complète. Ceux qui veulent ce choix radical doivent en mesurer et en décrire les effets sur l'économie, l'environnement et la société.

Si l'idée qu'il arrive un accident grave mais très improbable n'est pas radicalement refusée, on est amené à comparer ce risque aux risques ou dommages que le nucléaire permet d'éviter. Pour ce faire il n'y a pas d'autre méthode que de multiplier le coût des dommages par la probabilité de les voir survenir.

Au niveau de sûreté atteint en France, quelle que soit l'évaluation des dommages causés par un très grave accident nucléaire, le coût « probable » est inférieur à 1 € par MWh d'électricité⁴. Même si ce que les populations ressentent est différent, c'est beaucoup moins que les dommages causés par d'autres modes de production d'électricité comme le charbon ou même les éoliennes car celles-ci, faute de capacités de stockage d'électricité aujourd'hui trop coûteuses pour être réalistes, doivent être accompagnées d'une production égale à partir de gaz dont les émissions de CO₂ causeraient des dommages évalués à *plusieurs dizaines d'euros*⁵, à quoi s'ajouterait le coût de la dépendance énergétique.

Ce calcul, aussi fruste soit-il, montre qu'il ne serait pas rationnel de justifier une décision de réduction de la capacité nucléaire par la volonté d'en diminuer le risque.

Maintenir ou augmenter la capacité nucléaire pourrait renforcer la sûreté des réacteurs nucléaires – si l'on développe les usages combinés (ou « hybrides ») de l'énergie

Une capacité nucléaire calculée au plus juste aurait un effet négatif sur les conditions de production et de maintenance des réacteurs, donc sur leur sûreté. En effet, lorsqu'il apparaîtra sur un ou plusieurs réacteurs une faiblesse créant une incertitude quant au bien fondé d'une mise à l'arrêt, la décision d'arrêter ce réacteur sera plus difficile à prendre si elle crée de graves désordres que si elle passe presque inaperçue.

Les véhicules hybrides rechargeables consommeront indifféremment de l'électricité ou du carburant (pétrolier ou biocarburant). De même les chauffages hybrides pourront consommer soit de l'électricité soit du gaz ou du fioul⁶. Par ailleurs, il sera possible de produire du biocarburant avec ou sans apport de chaleur et d'hydrogène produits avec de l'électricité ; cet apport de chaleur et d'hydrogène permettra de produire deux fois plus de biocarburant à partir d'une même quantité de biomasse.

Pour alimenter véhicules et chauffages hybrides, pour produire efficacement du biocarburant, il faudrait une capacité de production nucléaire suffisante. Toute cette puissance électrique pourrait être arrêtée sans préavis pour quelques heures ou plusieurs mois sans que personne ne soit gêné car elle serait immédiatement remplacée par du gaz, du fioul ou du carburant, des produits qui se stockent facilement. Il pourrait s'agir de la puissance de 10 ou 20 réacteurs nucléaires (comme je le montrerai dans une autre note), autant de réacteurs pouvant être arrêtés aussitôt qu'apparaîtrait une incertitude sur leur sûreté.

Par ailleurs, si le nombre de réacteurs en France et en Europe était suffisant, il serait possible d'y construire deux filières techniques différentes, ce qui diminuerait les effets d'un risque « générique ».

Voilà pourquoi, en France, sauf décision d'arrêter complètement toute production nucléaire, ce n'est pas une diminution de la capacité nucléaire qui en renforcerait la sûreté mais une capacité plus grande de sorte qu'une partie pourrait être remplacée en cas de besoin, non par une autre production d'électricité, mais par des formes d'énergie qui se stockent aisément.

⁴ Probabilité de 1/100 000 par réacteur et par an d'un accident coûtant 400 milliards ; coût : 0,4€/MWh

⁵ Produire 1 MWh émet 1 tCO₂ à partir de charbon, 0,5 tCO₂ à partir de gaz. Le coût des dommages causés par le CO₂ est, selon les évaluations, proche de 100 euros par tonne de CO₂.

⁶ Il suffirait d'insérer une résistance électrique dans l'eau d'un chauffage central au fioul ou au gaz, cette résistance étant mise hors tension s'il manque d'électricité.

7- Pour les actions qui diminuent la consommation de fioul, de gaz ou de carburant, un financement incitatif qui diminue l'incertitude et évite les effets d'aubaine

Il est facile d'afficher un objectif de réduction de consommation d'énergie, de déclarer que les actions à mener pour atteindre les objectifs seront rentables puis de regretter qu'elles ne soient pas financées. C'est facile et l'on se rend compte que ce n'est pas efficace.

Si les prix mondiaux du gaz et du pétrole ne suffisent pas à rendre intéressantes les actions permettant de limiter les consommations conformément à l'objectif, que faire ? Il y a deux méthodes classiques :

1- Les rendre obligatoires : alors, cela se traduira par une hausse des coûts, donc des prix et des dépenses.

2- Apporter une aide publique pour rendre ces opérations économiquement intéressantes donc finançables par des emprunts qui seront « remboursés » par les économies d'énergie. Or il est impossible de prévoir l'évolution du prix de l'énergie fossile. Donc, si cette aide est fixée au moment de l'investissement (des travaux d'isolation thermique, l'achat d'une voiture...), elle s'avèrera ou insuffisante ou excessive, créant alors un effet d'aubaine. De toute façon, les caisses de l'Etat étant vides, sans ressources nouvelles, cette aide sera insuffisante.

Un nouveau dispositif pour financer les actions qui diminuent les émissions de CO₂ : impôt et prêts

1- créer un impôt CO₂ dont le montant est calculé de façon que le prix à la consommation finale augmente *indépendamment des prix mondiaux* du gaz ou du pétrole ; cet impôt serait accompagné d'une aide versée aux ménages dont les revenus sont le plus faibles – cf. une note précédente.

2- faire un « prêt CO₂ » dont les annuités de remboursement seront égales ou légèrement inférieures à la valeur de l'énergie fossile que cet investissement aura permis de ne pas consommer. Lorsque le taux d'intérêt effectif de ce prêt sera inférieur aux taux de droit commun, la différence sera financée par l'Etat. La bonification de ce prêt par l'Etat dépendra donc directement du prix à la consommation finale du fioul, du gaz et du carburant : elle sera plus importante si ce prix est plus bas. Elle sera financée sur le produit de l'impôt CO₂.

L'Etat sera donc fortement incité à élever le prix de l'énergie fossile comme il l'aura décidé et annoncé, car il aura « mis des gages sur la table ». De toute façon, même si le prix ne suivait pas la feuille de route prévue, celui qui aura investi et emprunté un « prêt CO₂ » n'en serait pas pénalisé.

L'aide étant exactement ajustée aux besoins, avec ce dispositif il n'y aurait pas d'effet d'aubaine.

Un dispositif analogue existe déjà du côté de la production d'électricité : en France, c'est le prix de reprise de l'électricité éolienne ou solaire (malheureusement sans critère de coût maximum) ; en Grande-Bretagne c'est ce qui vient d'être décidé pour la production d'électricité nucléaire. Dans l'un et l'autre cas, le prix est garanti et un financement public (CSPE ou autre), comblant la différence entre le prix convenu et le prix de marché, dépend en continu des prix mondiaux des énergies fossiles.

Des applications possibles dans tous les domaines – trois exemples

Les réseaux de chaleur alimentés par de la biomasse ou de la géothermie : ils sont efficaces si le nombre de raccordements est suffisant. Or il n'est possible de rendre obligatoire un raccordement que si celui-ci est, pour le consommateur, moins coûteux qu'un chauffage individuel. Le mode de financement proposé ici est donc parfaitement adapté. Dans ce cas, le prêt serait accordé à la commune ou au concessionnaire.

Les travaux d'isolation dans un logement : s'ils permettent d'éviter la consommation d'un mètre cube de fioul par an, le prêt qui les financera sera plafonné par exemple à 12 000 euros et l'annuité d'emprunt sera égale au prix d'un mètre cube de fioul - soit environ 1 000 euros aujourd'hui, davantage ultérieurement.

Plus compliqué, le financement d'investissements de production de véhicules électriques ou hybrides : l'intérêt économique dépend du prix futur du carburant fossile, sur lequel l'industriel n'a aucune prise ; le coût du financement pourrait donc être modulé en fonction du prix du carburant à la pompe.

Un tout cohérent, générateur de confiance

Un objectif clair (diminuer la consommation d'énergie fossile) ; un critère de coût maximum ; un impôt pour diminuer l'incertitude et pour aider à financer les actions utiles par des prêts qui, à la fois, sont incitatifs et évitent les effets d'aubaine : la cohérence de l'ensemble pourrait susciter la confiance.

Tout cela n'a de sens, bien sûr, que s'il est décidé de diminuer la consommation française d'énergie fossile pour renforcer notre indépendance énergétique, diminuer le déficit, créer de l'emploi, réduire nos émissions de CO₂.

8- La bio-chaleur est dix fois plus efficace que le biocarburant Que l'automobiliste finance donc la bio-chaleur !

Brûler de la biomasse permet de remplacer du fioul. C'est beaucoup plus efficace que de produire du gazole à partir de biomasse. Pourquoi donc ne demande-t-on pas aux automobilistes de financer la bio-chaleur pour remplacer du fioul, qui est comme du gazole ? Parce que, dans notre pays, tout est cloisonné, les ministères, les administrations, les groupes d'intérêt – donc la pensée elle-même : comme les automobilistes consomment des carburants pétroliers, il faut qu'ils paient pour remplacer ces carburants par un carburant non fossile – n'est-ce pas « évident » ? Pourtant, en créant une passerelle entre le secteur du chauffage et celui des transports, il y a beaucoup mieux à faire.

L'économie du bois est paradoxale : la demande bloque l'offre et les finances y sont spécifiques

Les rapports sur la forêt se succèdent mais bien peu se rendent compte de ceci : **1-** Lorsque l'arbre est mûr, le choix qui s'offre au propriétaire n'est pas de le produire ou non ; il est de le couper aujourd'hui ou demain. Si la demande devient plus forte, le prix vont augmenter ; il faut donc attendre pour vendre : *la demande bloque l'offre*. **2-** L'échéancier des dépenses et des recettes de la sylviculture est fait de *périodes de dépenses* et de *moments de recettes* (et non, comme c'est habituel, l'inverse) ; la forêt a donc besoin de prêts remboursables, intérêts et capital, à l'échéance ; j'ai « inventé » cela il y a trente ans ; ce sont des PID, prêts à intérêts indexés et différés. **3-** Tout acte de sylviculture (transformation de taillis en futaie, éclaircie, coupe d'arbres mûrs) a pour effet de mettre sur le marché du gros bois ou du petit bois.

Donc, *pour avoir du bois, il ne faut pas en demander* ; un bon moyen sera de *rendre possible la sylviculture* en répondant à ses très spécifiques besoins financiers.

La biomasse coûte dix fois moins que le biocarburant

Un distributeur de carburant doit incorporer 7 % de biocarburant. Sinon, il paie une taxe égale à la valeur hors TVA mais TIPP comprise du carburant pétrolier en trop. Il est donc prêt à payer le biocarburant près de deux fois plus cher que le carburant fossile, disons 2 €/par litre au lieu de 1 €/l : 1000 € de plus par m³.

Or, transformer un mauvais taillis vieillissant en futaie est un investissement qui, de suite, met sur le marché du bois qui, brûlé dans des réseaux de chaleur, remplacera du fioul ou du gaz. Une dépense de 3000 € pour reboiser un hectare libère 150 m³ de bois pouvant remplacer 40 m³ de fioul, **soit 70 €/m³**. Il y a quelques millions d'hectares de taillis en France. Au-delà, il y a de grandes étendues à planter en miscanthus ou autres plantes à croissance rapide.

Ce n'est pas tout : la transformation de taillis en futaie permettra de produire du bois d'œuvre qui stockera longtemps le CO₂, et des petits bois qui, brûlés, remplaceront du fioul ou du gaz – en tout plusieurs centaines de tonnes de CO₂ par hectare. Dans le coût global, il faut ajouter l'entretien des plantations et le coût des réseaux de chaleur et tenir compte du fait que ces économies de CO₂ interviendront en quelques décennies. En tout, l'investissement coûte **30 € à 50 € par tonne de CO₂ évité**.

Un *investissement* de 70 €/m³ de fioul, de 30 à 50 €/tCO₂, évité, c'est *bien moins cher* que l'obligation d'incorporer du biocarburant ou la réglementation thermique du bâtiment (voir une note antérieure) !

Pour moins de CO₂ et moins de pétrole, que l'automobiliste finance la sylviculture !

Pour être dix fois plus efficace qu'aujourd'hui, il suffirait de dire aux distributeurs de carburant : « Vous devez présenter des 'certificats d'incorporation de bioénergie' pour 7 % de vos ventes. Vous acquérez ces certificats soit en incorporant du biocarburant, soit en versant une contribution à un fonds de financement de la bioénergie : 0,7 € équivalant à 1 litre (par exemple) ». On pourrait alors porter l'obligation d'incorporation à 8 ou 10 % sans augmenter le prix payé par l'automobiliste car le prix du biocarburant diminuerait. Et cela apporterait à la filière bois de quoi financer des réseaux de chaleur et, par des prêts adaptés à la forêt, la transformation de dizaines de milliers d'hectares de taillis par an.

La politique de l'énergie sera efficace si *son but est clairement identifié* : non pas moins d'énergie mais *moins d'énergie fossile et cela au moindre coût*. Il faut aussi *une vue décloisonnée* : le schéma présenté ici, qui concerne la sylviculture, l'énergie, les finances, le bâtiment et l'urbanisme, est évidemment plus difficile à réaliser que la production de biocarburant. Mais les pouvoirs publics n'ont-ils pas *le devoir* de mettre en oeuvre ce qui est le moins coûteux ?

Voir *L'économie de la forêt* (Edisud), *Moins de CO₂ pour pas trop cher* (l'Harmattan) et www.hprevot.fr

9- Pour contourner la difficulté de stocker l'électricité, développer les usages hybrides de l'énergie : Voilà un service de « stockage d'électricité » et d' « effacement » à proposer aux pays voisins

« Stocker l'électricité » - le Graal ! Mais qu'est-ce que cela veut donc dire ? L'électricité est un mouvement de particules chargées électriquement. Un mouvement ne se stocke pas ! Il y a plusieurs façons de pallier le fait que l'électricité ne se stocke pas. Lorsque la production d'électricité est excédentaire, on produit avec elle une forme d'énergie qui se stocke, puis on utilise cette énergie telle quelle ou pour produire de l'électricité lorsque c'est nécessaire pour répondre à la demande. Lorsque l'électricité manque, on peut aussi la remplacer par une autre forme d'énergie qui se stocke aisément.

Produire avec de l'électricité une autre forme d'énergie qui se stocke et à partir de laquelle on produira de l'électricité

Trois exemples: piles et batteries (rendement de 80%) ; STEP (stations de transfert d'énergie par pompage) formées d'un réservoir d'eau haut et d'un réservoir bas, l'eau étant remontée par des pompes et produisant de l'électricité avec des turbines (rendement de 70 %) ; production d'hydrogène par électrolyse et production d'électricité avec des piles à hydrogène (rendement d'un tiers). Sauf les STEPS, c'est très coûteux.

Produire avec de l'électricité une autre forme d'énergie qui se stocke et qui sera utilisée telle quelle

Chauffe eau électriques avec une simple résistance, production de chaleur stockée dans des radiateurs à accumulation ou dans la masse d'un bâtiment et restituée un peu plus tard ; production de froid stocké pendant quelques heures : ces moyens sont bien connus et très peu coûteux.

D'autres sont moins connus ou encore à d'étude : production de chaleur pour la stocker dans de grosses réserves d'eau ou dans la roche, une chaleur qui alimentera quelques mois plus tard des réseaux de chaleur ; production de chaleur et d'hydrogène pour pouvoir produire du biocarburant de seconde génération en utilisant la biomasse très efficacement. Ces moyens sont assez coûteux.

Lorsque l'électricité manque, la remplacer par une autre forme d'énergie qui se stocke aisément

Pour le chauffage cette méthode était pratiquée avec les chaudières « électro-fioul ». On pourrait aller dans ce sens *beaucoup plus loin*. Pour le transport, elle commence à apparaître avec les véhicules hybrides rechargeables.

Pour le chauffage des bâtiments existants, il suffirait de plonger une simple résistance électrique dans l'eau du chauffage central – 3 ou 4 kW dans quelques millions de logements. Cette résistance pourrait être mise hors tension par le fournisseur d'électricité sans préavis, pour quelques minutes ou quelques semaines. Le brûleur de la chaudière prendrait le relais immédiatement. Pendant les mois où l'on se chauffe, une puissance électrique de plusieurs dizaines de gigawatts électriques (c'est-à-dire presque autant de réacteurs nucléaires) produisant plusieurs centaines de millions de MWh pourrait ainsi être remplacée en cas de besoin par les brûleurs des chaudières, les cuves de fioul et les réservoirs de gaz *qui existent déjà*. Ce moyen serait donc *extrêmement puissant et très peu coûteux*.

Pour le transport, à côté des véhicules hybrides, les camions hybrides équipés d'un moteur électrique et d'un pantographe pourraient capter l'électricité sur des caténaires que l'on aurait disposées sur la voie de droite des autoroutes. Ce serait infiniment moins cher que de créer de nouvelles voies ferrées et de nouvelles gares de triage pour le fret ferroviaire. Ce procédé est expérimenté en Allemagne. En cas de manque durable d'électricité, l'alimentation des caténaires pourrait être coupée sans créer de difficultés.

Un service de « stockage d'électricité » à proposer aux pays qui auront choisi l'éolien et le solaire

Le chauffage hybride, les véhicules et camions hybrides, la production de biocarburant et, peut-être, le stockage de chaleur dans les roches pourraient ensemble largement pallier les variations quotidiennes ou saisonnières de la demande d'électricité en France et la défaillance, même subite, de plusieurs réacteurs nucléaires (cf. une note précédente).

De plus, ce dispositif peu coûteux pourrait absorber les pointes de production d'électricité éolienne et photovoltaïque et s'« effacer » lorsque la production est faible. La France n'ayant pas besoin de cette production d'électricité, c'est un service que, *sans nouveaux moyens coûteux de « stockage d'électricité »*, nous pourrions proposer aux pays voisins qui auront fait le choix coûteux de beaucoup développer ces modes de production d'électricité erratiques,

10- Pour beaucoup diminuer les émissions de CO₂ au moindre coût, une possibilité : consommer autant d'énergie renouvelable que nucléaire - sans éoliennes ni photovoltaïque

Il vaut mieux diversifier les sources d'énergie pour « ne pas mettre tous les œufs dans le même panier ». C'est vrai. « *Donc* - dit-on parfois - l'électricité nucléaire ne doit pas représenter plus de la moitié de l'électricité que nous consommons ». *Eh bien non !* C'est faux : en voici une démonstration.

On s'égare en parlant d'électricité sans l'inclure dans un tableau d'ensemble de l'énergie

Une simple feuille de calcul⁷ permet à chacun de dresser à *partir de ses propres hypothèses* des tableaux montrant ensemble la consommation des différentes formes d'énergie par l'industrie, le transport et le bâtiment, et la production d'électricité. Supposons que l'on veuille diviser par trois les émissions françaises de CO₂ – donc la consommation d'énergie fossile (sans supposer que l'on stocke le CO₂).

Sans la volonté de diminuer la consommation de gaz ou de fioul, la consommation d'énergie dans les bâtiments pour le chauffage et l'eau chaude continuerait d'augmenter. Par rapport à cette tendance, quelles pourraient être les économies d'énergie ? Au moins 50 %, dit-on parfois. Il est certes facile de donner des objectifs et de se demander ensuite comment on pourra les financer... Comme les économies d'énergie coûtent d'autant plus cher que la consommation a déjà été réduite, contentons-nous de 30%. Et supposons que se développent les réseaux de chaleur avec de la géothermie et de la biomasse, l'usage de pompes à chaleur et le chauffage « hybride » combinant électricité et gaz ou fioul⁸.

On se déplacera davantage par voie ferrée et, en ville, à vélo (électrique ou non). Mais comme beaucoup de nos concitoyens voudraient pouvoir se déplacer plus qu'ils ne le font aujourd'hui, il serait souhaitable que les déplacements sur route et en avion, par personne, ne diminuent pas. Les véhicules consommeront moins de carburant aux 100 km qu'aujourd'hui et seront de plus en plus électriques ou hybrides. Une partie du biocarburant « de seconde génération » sera produite avec un apport externe d'hydrogène et de chaleur.

La consommation d'énergie par l'industrie pourra sans doute être plus efficace mais il faut espérer qu'elle ne diminuera pas car ce serait le signe d'une désindustrialisation aggravée et fort inquiétante.

De combien de biomasse disposera-t-on pour la chaleur et le biocarburant ? De beaucoup si l'on stimule la sylviculture² et si l'on cultive en plantes à croissance rapide les jachères, les terrains délaissés et une partie des terres dont la production exportée à bas prix pèse sur les agriculteurs des pays en développement.

Et l'électricité ? La consommation augmentera. Dans ce schéma, le gros de la production viendrait des centrales nucléaires. Les barrages et quelques turbines à gaz répondraient aux fluctuations de la demande, qui seraient atténuées par les véhicules et le chauffage hybrides. Il n'y aurait nul besoin de la moindre éolienne ni du moindre panneau photovoltaïque. Il faudrait en prévoir un peu, pourtant, pour montrer notre savoir-faire technique et industriel aux pays qui, faute d'énergie nucléaire, en auront besoin.

Parité entre renouvelable et nucléaire ; 80 % d'électricité nucléaire ; grandes sécurité et sûreté

Avec ces hypothèses, *présentées ici à titre d'exercice, énergie renouvelable (chaleur solaire, biomasse, hydraulique) et énergie nucléaire seraient à parité*, chacune pour 40 % de la consommation finale, une parité qui, grâce au chauffage et aux véhicules hybrides, renforcerait la sûreté nucléaire² et la sécurité d'approvisionnement de ceux qui ne peuvent pas se passer d'électricité² - alors que 80 % de l'électricité consommée serait nucléaire, les réacteurs actuels ayant été remplacés nombre pour nombre par des EPR.

On dira qu'il faut compter en énergie, non pas « finale », mais « primaire ». Pourquoi donc ? Mais, admettons ! Alors, en plus de la chaleur des réactions nucléaires, comptons aussi ce que nous utilisons de chaleur et d'énergie lumineuse reçues du soleil. *Dans le schéma présenté ici, les énergies renouvelables sont beaucoup plus sollicitées que l'énergie nucléaire !* Mais les opposants au nucléaire ont réussi le tour de force d'imposer, dans la *doxa* qui remplace la réflexion, de compter l'énergie primaire en n'y retenant que ce qui les arrange. Chapeau !

D'autres jeux d'hypothèses sont possibles, bien sûr. Ils sont plus coûteux et contraignants

On peut faire plus compliqué *et même très compliqué* avec comme arguments qu'il faut économiser l'énergie coûte que coûte, « s'adapter à notre temps », utiliser les techniques les plus sophistiquées pour disséminer photovoltaïque, éoliennes et batteries. Je rappelle que le tableur que je publie sur Internet¹ permet toutes sortes d'hypothèses, mais *au nom de quoi serait-il interdit d'étudier une augmentation du nucléaire ?*

⁷ Telle que sur www.hprevot.fr. Le tableau présenté ici est à cette adresse : www.hprevot.fr/scenar-refer-2013.pdf

⁸ Voir une note antérieure.

11- Moins de CO₂, moins d'énergie fossile, moins de nucléaire, combien cela coûte-t-il ? Moins de nucléaire : le coût pour la France serait au moins de 20 milliards d'euros par an

Si le prix du pétrole devait doubler, en diminuant beaucoup à la fois la consommation d'électricité nucléaire et celle d'énergie fossile on ne dépenserait pas plus qu'avec autant de nucléaire qu'aujourd'hui et en laissant la consommation d'énergie fossile augmenter. Peut-on en conclure que la diminution de la capacité nucléaire ne coûterait rien si, en même temps, on diminuait beaucoup la consommation d'énergie ? Ce serait un sophisme.

Un coût est la différence entre deux dépenses. *Le coût d'une décision* se calcule en comparant deux situations qui ne diffèrent que par la décision dont on veut calculer le coût. Pour ne pas « noyer le poisson », on distinguera donc d'une part « moins de CO₂ » et, d'autre part, « moins de nucléaire ». Il apparaît alors que, moins de nucléaire coûterait très cher, quel que soit le prix du pétrole.

La France a décidé de beaucoup diminuer ses émissions de CO₂. Supposons que la politique publique se donne pour but de le faire en dépensant aussi peu que possible. Le coût de « moins de CO₂ » est la différence entre ce qui sera dépensé et ce qui aurait été dépensé sans cette politique de réduction des émissions.

Ce scénario de moindre dépense passe par une augmentation de la capacité nucléaire. Si la France décide, non seulement de diminuer ses émissions, mais aussi de diminuer la production nucléaire, elle devra donc dépenser plus que si la capacité nucléaire pouvait augmenter⁹. La différence est le coût de « moins de nucléaire ».

Le coût de moins de CO₂ : selon le prix du pétrole, 20 milliards d'euros par an ou un coût négatif

Il est évidemment hasardeux de proposer des valeurs numériques. En voici néanmoins.

Coût de production de l'électricité nucléaire par un EPR « de série » : 70 €/MWh (mégawatt .heure).

Coût de l'électricité à domicile : 145 €/MWh TTC (avec une CSPE sans éolienne ni photovoltaïque).

Coût de production de biocarburant de seconde génération : 1100 €/m³ ; soit, à la pompe, avec la TIPP du gazole : près de 2 €/l.

Dépenses réalisées pour économiser l'énergie dans le bâtiment : pas plus de 2000 € pour diminuer la consommation de 1 MWh par an (0,1 m³ de fioul), soit une annuité d'emprunt (à 4% sur 20 ans) de 140 €.

Ces valeurs sont cohérentes les unes avec les autres.

Si le prix du pétrole restait à 100 \$/bl, le coût de « moins de CO₂ » serait d'environ 20 milliards d'euros par an. Il en serait différemment si le prix du pétrole montait beaucoup. S'il était de 170 \$/bl ou plus et était suivi par ceux du gaz et du charbon, il rendrait compétitif le biocarburant de seconde génération et rendrait économiquement intéressantes les décisions d'investissement qui suffiraient à beaucoup diminuer les émissions de CO₂. Le coût du CO₂ de ces décisions serait donc nul pour les plus chères d'entre elles et négatif pour la plupart, ce qui veut dire que *le coût du programme de diminution des émissions serait négatif*.

Le coût de moins de nucléaire : plus de 20 milliards d'euros par an quel que soit le prix du pétrole

Avec moins de nucléaire, pour équilibrer le tableau de production et de consommation d'énergie il faudrait produire de l'électricité éolienne sur terre et sur mer et du photovoltaïque. En incluant le renforcement des réseaux et les moyens de stockage d'électricité rendus nécessaires par l'intermittence de la production, cette électricité coûterait beaucoup plus cher que le nucléaire. La différence pourrait être de 100 €/MWh. Il faudrait aussi isoler davantage les bâtiments existants, ce qui coûte de plus en plus cher (3000 ou 4000 euros ou plus encore pour éviter la consommation d'1 MWh par an, l'annuité correspondante étant de 210 ou 280 €).

Comparé au scénario qui minimise les dépenses grâce à une augmentation de la capacité nucléaire, un autre scénario où la moitié seulement de l'électricité serait nucléaire supposerait à mon avis de consommer 130 millions de MWh de moins pour se chauffer (soit 25% de moins qu'avec plus de nucléaire ; 45 % de moins que selon une évolution tendancielle) et de produire 130 millions de MWh d'électricité éolienne ou solaire au lieu d'électricité nucléaire. Il faudrait y ajouter les dépenses d'économie d'énergie dans le transport. *On dépasse allègrement les 20 milliards d'euros par an*.

Comme on compare deux situations où les consommations d'énergie fossile sont les mêmes, le coût de moins de nucléaire ne dépend pas des prix mondiaux du pétrole, du gaz et du charbon. Il est très élevé, *quel que soit le prix du pétrole*.

⁹ Les tableaux, qui divisent les émissions de CO₂ par trois, sont présentés dans *Moins de CO₂ pour pas trop cher*.

On peut les trouver aussi sur www.hprevot.fr, ainsi qu'un tableur qui décompose le coût du nucléaire et un autre sur les dépenses nécessaires pour diminuer la consommation d'énergie des bâtiments.

12- Pour diminuer les émissions de CO₂, le monde, l'Europe, la France Pourquoi la France a intérêt à agir même seule

Le monde

Si les émissions de CO₂ continuent d'augmenter au même rythme, il est très probable que les conséquences sur le climat seront spectaculaires : cyclones, sécheresses, inondations, canicule, hausse du niveau de la mer noyant villes et terres cultivables. Et l'on ne peut certes pas compter sur « l'épuisement des ressources fossiles », charbon, gaz et pétrole, pour arrêter le mouvement.

Les pays riches et déjà équipés comme le nôtre auront les moyens de s'adapter. Mais ils ne seront pas quittes pour autant. Dans les pays pauvres et émergents, les effets du changement climatique seront dramatiques et tout cela pourrait se traduire par de graves troubles et aussi des violences contre les pays développés, accusés d'être responsables des émissions de CO₂ cumulées depuis deux siècles et sommés d'accueillir ceux que leur incurie oblige à émigrer.

Comment éviter d'en arriver là ? En laissant sous le sol plus de la moitié des réserves de pétrole, de gaz et de charbon accessibles à un coût que les consommateurs seraient prêts à payer. Pour s'opposer à la dynamique impétueuse du marché, c'est-à-dire de l'offre et de la demande, il faudra une intervention « musclée », une intervention des Etats. Quels Etats ? Les Etats consommateurs, pardi ! Pourquoi pas en effet ? Mais est-ce ainsi que les choses se passeront ? Pour ralentir un flux, ici le CO₂, on peut obturer son débouché ; on peut aussi tarir sa source. Or il est infiniment plus facile d'interdire l'exploitation de gisements que de convaincre des milliards de consommateurs qui sont aussi des électeurs dans les pays démocratiques d'accepter des dispositions qui les dissuadent de consommer du fioul, du gaz ou du carburant pétrolier. Lorsque le monde aura enfin compris qu'il est temps de réagir efficacement, les principaux pays producteurs, dont plusieurs - Etats-Unis, Russie, Chine, Inde, Brésil, Iran, Arabie Saoudite - disposent de plusieurs des attributs de la puissance, pourraient s'entendre en nous privant de cette énergie fossile : non seulement ils agiront pour le bien de l'humanité, mais encore ils ne seront pas mécontents que la pénurie qu'ils organiseront avec l'approbation générale fasse monter les prix à un niveau équivalent à 170 ou 200 \$/bl.

Ce scénario n'est pas certain mais il est possible. Plutôt que d'attendre passivement - en espérant même parfois que les prix montent assez pour ne pas avoir à prendre en France de décisions difficiles -, ne serait-il donc pas prudent de beaucoup diminuer notre besoin d'énergie fossile avant que les pays producteurs s'entendent pour nous en priver ? Certes, il y faut de la détermination, de la force de conviction et du courage politique.

L'Union Européenne

L'approvisionnement en énergie, qui touche à la sécurité des Etats, relève de leur responsabilité. C'est écrit dans le traité sur l'Union européenne. L'Allemagne, d'ailleurs, ne nous a pas consultés avant de prendre des décisions qui bouleversent le régime de l'électricité en Europe et augmentent ses émissions de CO₂.

L'Union européenne devrait donc avoir la sagesse de limiter son action à ceci : mener les négociations internationales, répartir les limites d'émissions de CO₂ entre les Etats membres et réunir les conditions pour que le marché du CO₂ soit pertinent¹⁰. Si les modes d'approvisionnement en énergie sont très différents d'un Etat à l'autre, les prix de l'énergie seront très différents. Cela n'empêchera pas des coopérations entre Etats, sur le mode des accords de Schengen ou de ceux qui ont conduit à Airbus, ou de la coopération structurée permanente inscrite dans le Traité sur l'Union pour les affaires de défense. Vouloir à toute force réaliser un marché unique de l'énergie pour « faire l'Europe », ce serait au contraire agir contre l'idée européenne !

La France

La France a les moyens de beaucoup diminuer ses émissions de CO₂¹⁰. Ce faisant, elle prendrait part à l'effort collectif dont le monde a besoin et elle préserverait sa sécurité d'approvisionnement en énergie. Si elle le fait au moindre coût elle aura plus de moyens pour aider les pays pauvres. Et il lui sera moralement plus facile de freiner l'immigration dont le changement climatique sera la cause ou l'amplificateur direct ou indirect.

En ce sens, comme tout pays qui maîtrise une technologie (nucléaire ou autre) permettant d'éviter des émissions de CO₂, la France a la responsabilité morale, particulièrement devant les pays pauvres, de l'exploiter pleinement et de mettre au point de nouveaux moyens sûrs et durables pouvant être largement utilisés.

Le monde a faim d'énergie. Ceux qui le peuvent doivent en produire sans CO₂ et au moindre coût.

¹⁰ Voir une note antérieure, www.hprevot.fr ou *Moins de CO₂ pour pas trop cher* (L'Harmattan).

Conclusion des douze « notes brèves » sur énergie et émissions de CO₂ en France Le devoir d'éclairer le politique sur les décisions qu'il prépare

En matière d'énergie, faut-il vraiment épouser la pensée commune en faisant taire son sens critique ? Les décisions de politique relèvent évidemment du pouvoir politique. Mais dire - et clamer s'il le faut - ce que l'on pense, ce n'est pas faire de la politique ; accepter sans discuter, c'est en faire, et non de la meilleure eau.

Or, à mon avis, comme je l'ai montré dans les « notes brèves » et ailleurs, il se dit et répète des affirmations contraires à la réalité et, pire, des affirmations qui ne sont pas compatibles avec la raison ; et tout cela se traduira par des dépenses inutiles, gaspillage de dizaines de milliards d'euros par an¹¹.

Par exemple :

Confondre énergie et énergie *fossile* est une faute intellectuelle. En effet, avec le vent, le soleil, la chaleur du sol et l'énergie nucléaire de la matière, *il n'y a pas de limite aux sources d'énergie techniquement accessibles*. En revanche, pour éviter des dommages qui seront catastrophiques pour des populations entières, *il existe une limite physique aux émissions de CO₂*, c'est-à-dire à la consommation de pétrole, gaz et charbon. Donc, se donner comme objectif une baisse de la consommation d'énergie sans tenir compte ni des émissions de CO₂ ni des coûts est une faute logique dont les conséquences sur l'économie promettent d'être très lourdes. C'est ce que fait la réglementation thermique des bâtiments qu'il est impératif de corriger (une requête au Conseil d'Etat est en cours d'instruction). Autre erreur fréquente et, pour ainsi dire, « officielle » : parler de créations d'emplois « verts » sans considérer les emplois détruits ailleurs du fait de ces dépenses excessivement coûteuses.

Lorsque l'on s'est fixé une limite d'émission de CO₂, la valeur du CO₂ dépend directement du prix mondial du gaz et du pétrole. Créer un impôt sur l'énergie fossile est sans doute la meilleure méthode mais proposer que la valeur de cet impôt soit indépendante du prix mondial du pétrole et du gaz est une erreur logique et pratique, donc politique – comment maintiendrait-on un tel impôt si le pétrole passait à 150 \$/bl ? Cet impôt devrait avoir pour objet d'élever progressivement le prix à la consommation finale.

Il paraît *a priori* évident que la diminution de la capacité de production d'électricité nucléaire en réduirait le risque. Et pourtant, je pense que c'est le contraire. La probabilité technique du risque de très grave accident est tellement faible que la cause la plus probable de l'accident, désormais, n'est pas technique ; elle est humaine et politique. *Le système énergétique le plus sûr est celui qui permettrait sans difficulté économique ni sociale ni politique d'arrêter ensemble plusieurs réacteurs nucléaires sans préavis si une cause de fragilité technique apparaissait. Or ce serait possible avec 80 % de la consommation électrique provenant de réacteurs nucléaires.* Il suffirait pour cela de généraliser les modes de consommation d'énergie *hybrides* pour les transports et la chaleur de façon à pouvoir passer immédiatement de l'électricité à d'autres formes d'énergie (fioul, gaz, carburant liquide) qui se stockent aisément et seront encore accessibles fort longtemps. Les réacteurs nucléaires en fin de vie seraient remplacés nombre pour nombre par des réacteurs plus puissants. A la fois la sécurité d'approvisionnement en énergie et la sûreté nucléaire en ressortiraient renforcées sans nouveaux stockages d'électricité ni « smart grids » compliqués et ruineux¹².

Ce scénario coûterait beaucoup moins cher qu'une baisse de la capacité nucléaire allant avec une grosse capacité d'éoliennes et de photovoltaïque. La différence de dépenses est supérieure à 20 milliards d'euros par an.

Le gouvernement a rejeté la perspective d'abandonner complètement le nucléaire. Dès lors, réduire la part du nucléaire dans la production d'électricité n'aurait aucune justification ; ce serait au contraire, redisons-le, risqué et coûteux, donc *insensé*. Rendons service aux autorités politiques en l'expliquant sans relâche.

Grâce au nouveau mode de financement que je propose, celui qui décide d'investir pour diminuer sa consommation d'énergie fossile ne dépenserait pas plus que s'il ne l'avait pas décidé. Par ailleurs, l'efficacité de la contribution demandée aujourd'hui aux automobilistes pour le biocarburant serait multipliée par cinq ou dix si elle finançait la sylviculture, ce qui dégagerait du bois qui remplacerait du fioul ou du gaz.

Pour finir, une pensée pour le monde en général. A la conférence sur le climat qui se tiendra à Paris fin 2015, la France annonce qu'elle financera les dépenses d'adaptation au changement climatique des pays pauvres avec une partie des économies qu'elle réalisera en renonçant aux éoliennes et au photovoltaïque. Voilà qui donnerait du sens, au-delà de notre sécurité d'approvisionnement, à notre politique de l'énergie !

¹¹ Comme je peux me tromper, les calculs, les raisonnements, les sources d'information sont explicités dans des livres, des articles et les douze « notes brèves » rédigées pendant l'automne 2013 – voir tout cela sur : www.hprevot.fr.

¹² Biomasse, chaleur du sol et du soleil et hydraulique fourniraient autant d'énergie que le nucléaire : une parité énergétique.

Douze notes brèves sur énergie et effet de serre

Une synthèse

L'analyse

- Au niveau mondial, il n'y a pas de limite connue aux quantités d'énergie techniquement accessibles. La quantité consommée dépendra du coût (qui diminuera avec le progrès technique) et de la propension à payer (qui augmentera avec le progrès économique). Au contraire, il existe une limite physique aux émissions supportables de CO₂ (donc à la consommation d'énergie *fossile*, pétrole, gaz et charbon), une limite qui ne dépend ni du progrès technique ni du progrès économique.
- Dès lors qu'une limite d'émission de CO₂ est fixée (à l'échelle d'un pays, d'un secteur, d'un « marché de permis »), le coût du CO₂ évité n'a plus rien à voir avec le coût des dommages causés par les émissions : c'est ce que l'on dépense en plus pour respecter la limite. Il dépend surtout du prix de l'énergie fossile et du coût de l'énergie non émettrice de CO₂, donc, en France, de la capacité de production d'électricité nucléaire.
- Pour respecter la limite d'émissions au moindre coût, il suffit de prendre les décisions qui apparaîtraient économiquement intéressantes dans l'hypothèse où les prix du fioul, du gaz et du carburant seraient à un certain niveau. Ces niveaux de référence ne dépendent pas des prix réels du pétrole ou du gaz. Ils permettent donc de définir *un critère de coût maximum indépendant du prix du pétrole ou du gaz*.
- La sûreté nucléaire et la sécurité des réseaux d'électricité dépendent désormais beaucoup plus de facteurs humains ou climatiques que de facteurs techniques. Elles seront meilleures si des consommateurs peuvent remplacer immédiatement l'électricité par une autre forme d'énergie qui se stocke. La diffusion des véhicules hybrides et celle du chauffage hybride (électricité et fioul ou gaz) feraient en sorte que de très graves défauts de distribution, de transport ou de distribution d'électricité ne causeraient pas de désordres.
- En généralisant les usages hybrides de l'énergie, il serait possible de diviser les émissions françaises de CO₂ par trois ou quatre *au moindre coût* avec une égale consommation de nucléaire et d'énergie renouvelable (biomasse, chaleur du sol et du soleil, hydraulique) *sans éoliennes ni photovoltaïque*. La production d'électricité nucléaire augmenterait ; la production éolienne ou solaire ne se justifierait en France métropolitaine que pour démontrer notre savoir-faire au bénéfice des pays qui ne disposent pas du nucléaire.

Les propositions

- **La réglementation thermique des bâtiments** : *conformément à la loi*, la modifier pour qu'elle encourage le choix des moyens qui diminuent les émissions de CO₂ au moindre coût.
- **La fiscalité** : créer un impôt sur le fioul, le gaz et le carburant dont le montant est calculé pour élever progressivement les prix à la consommation finale indépendamment des prix mondiaux du gaz, du pétrole et du charbon. En même temps, accorder aux ménages dont les revenus sont faibles une dotation au titre de la solidarité nationale et indépendamment de leur consommation réelle d'énergie fossile.
- **Le marché européen de CO₂** : créer une protection aux frontières égale au prix du CO₂ sur ce marché (condition préalable impérative), donner au marché une « visibilité » sur trente ans et une bonne police ; limiter le droit de participation au marché aux agents directement concernés par l'énergie.
- **Le financement** d'un investissement décidé pour diminuer les émissions en respectant le critère de coût maximum : des prêts dont l'annuité est égale à la valeur de l'énergie dont cet investissement évite la consommation. S'il faut une bonification, l'Etat en maîtrisera le montant car, par l'impôt, il maîtrisera le prix à la consommation finale.
- **La biomasse forestière** : il y a beaucoup de bois dans les taillis aujourd'hui laissés sans soins ; pour augmenter l'offre de bois de chauffage, financer la transformation de ces taillis en futaie avec des prêts remboursables, dans quelques décennies, lorsque les arbres seront vendus ; comme le bois venant des taillis remplacera du gaz ou du fioul (un produit équivalent à du gazole), financer ces prêts en puisant sur une partie de ce qui est demandé aujourd'hui aux automobilistes pour diminuer leurs émissions de CO₂ (près d'un euro par litre de biocarburant, 7 c€/l de carburant) ; l'efficacité de leur contribution sera multipliée par plus de dix.
- **La production d'électricité** : pour éviter une pression concurrentielle (sur le produit comme sur les capitaux) qui n'est d'aucun profit et risque de peser sur la sûreté, créer un « acheteur et vendeur unique ».
- **L'Europe** : qu'elle se borne à donner aux Etats un seul objectif : les émissions de CO₂ ; qu'elle mette en œuvre des coopérations sur un mode adapté (comme Airbus ou comme en matière de sécurité).
- **Le monde** : financer une partie des dépenses d'adaptation dans les pays pauvres par une partie des économies réalisées en remplaçant les éoliennes et le photovoltaïque par du nucléaire ; amener les pays exportateurs de pétrole, gaz et charbon à participer au financement des dépenses des pays pauvres à raison des prix du pétrole, du gaz et du charbon.