

Michel J.F. Dubois

# Vivre dans un monde sans croissance

Quelle transition énergétique ?



DESCLÉE DE BROUWER

# Vivre dans un monde sans croissance

## Du même auteur

*Le rire de Sisyphe*, contes philosophiques, Éditions Baudelaire, Lyon, 2012.

*Aux portes des cieux*, contes philosophiques, Éditions Baudelaire, Lyon, 2012.

*La Saga des cent-mots*, roman, Paris, Thélès, 2013.

*Le vivant et l'indéterminé. Tome I : Action intentionnelle, cerveau et physique quantique*, Éditions universitaires européennes, 2013.

*Le vivant et l'indéterminé. Tome II : Les modalités de l'action intentionnelle*, Éditions universitaires européennes, 2014.

*La métaphore et l'improbable. Émergence de l'esprit post-scientifique ?*, Paris, L'Harmattan, 2015.

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

l'autodestruction.

Ce texte est organisé en deux parties de quatre chapitres chacune. L'objet de la première partie est l'analyse des limites que nous rencontrons, celui de la deuxième est une proposition pour dépasser certaines impasses actuelles et accéder à un autre monde.

Dans les deux premiers chapitres sont analysées les habitudes qui nous amènent à des erreurs suicidaires, les croyances qui mènent à l'impasse, ainsi que les présupposés qui nous empêchent de résoudre les problèmes qui sont les nôtres. Même s'il y a de quoi être pessimiste, seule la compréhension de ces processus, pour la plupart inconscients ou même niés, nous permettra d'envisager leur transformation.

C'est dans les chapitres III et IV que sont décrits les grands problèmes que nous rencontrons. Ils sont tous connus, mais leur interaction est peu montrée. Ils sont multiples et exigent une approche plurielle. Ils concernent tous l'atteinte de limites, car l'homme, comme tout être vivant, mais de manière beaucoup plus accentuée et créative, se développe partout où il peut, jusqu'à heurter toutes les limites d'une existence en croissance permanente.

Les chapitres V et VI sont fondés sur deux partis pris. Il existe des solutions, même complexes et coûteuses, pour éviter un processus « darwinien » brutal d'affrontement entre sociétés concurrentes désireuses de ressources limitées. L'Union européenne devrait être, avant l'espace national, celui que les peuples européens privilégient dans un esprit de coopération.

Le chapitre VII est consacré à la question de l'économie du programme de transition énergétique et le chapitre VIII tente de montrer qu'un tel programme exige une véritable mobilisation démocratique.

Pour plus de clarté, je préfère indiquer d'entrée d'où je parle. Ma formation d'origine est celle d'un biologiste et d'un ingénieur agro-économiste. Elle a été enrichie par une expérience professionnelle dans les filières agro-alimentaires. J'ai travaillé dans les biotechnologies végétales, je n'ai pas d'a priori contre leur développement, même si je peux être critique sur certains objectifs. Développer notre domestication du vivant ne me heurte pas, elle me semble conforme à l'histoire de l'homme depuis ses origines. Mais, comme souvent les biologistes et les agronomes, je suis un amoureux de la nature, j'éprouve des regrets lorsque je la vois dégradée, et même des remords quand je ressens que j'y participe. Je n'aime pas que des espèces soient menacées dans leur existence, bien que je fasse passer le genre humain avant toute autre espèce vivante. Je suis de cœur et de sensibilité un écologiste, même si, pour des raisons que le lecteur comprendra au fil de la lecture, je me sens parfois éloigné de certaines positions prises par les mouvements politiques se référant à l'écologie, laquelle est d'abord une science.

J'ai passé la majeure partie de ma vie professionnelle en entreprise, autant en recherche qu'en développement pour la terminer dans l'enseignement et la recherche. Sans estime spécifique pour les dirigeants d'entreprise, je comprends néanmoins les problèmes avec lesquels ils se débattent. Une part de mon activité a été internationale : j'ai été confronté aux différences culturelles, qu'elles concernent la langue, l'histoire, les coutumes et les croyances, ou les métiers. Ayant été dans des structures protégées, dans des structures instables, voire éphémères, ayant rencontré de nombreuses personnes des services publics, j'ai éprouvé et expérimenté que la protection peut être une condition de la créativité. Tout en ayant de la considération pour les entrepreneurs qui prennent des risques

pour développer ce à quoi ils croient, je conserve mon esprit critique vis-à-vis de l'innovation et je ne crois pas qu'entreprendre soit une valeur suffisante en soi ; la finalité de l'action doit toujours être questionnée.

Après avoir acquis une culture philosophique et terminé une thèse sur le problème de l'action intentionnelle, je suis arrivé à des conclusions qui privilégient une approche, que je qualifierais de probabiliste, de la créativité et du vouloir humains, conclusion consonante avec les théories de l'évolution du vivant. La créativité est notre atout, quoique souvent auto-réprimée. Si je ne crois pas qu'une économie globalement planifiée puisse réussir, je ne crois pas non plus que le marché puisse, sans réglementation, permettre d'optimiser l'utilisation de ressources limitées, à renouvellement lent ou pire, nul, et je donnerai quelques exemples qui m'ont conduit à cette pensée. Par ailleurs, je me suis intéressé à la psychosociologie, discipline récente et au cœur de la complexité des sociétés. C'est ce contact qui a été l'élément déclenchant du désir d'écrire cet ouvrage, tant il m'est apparu que l'origine de nos problèmes est en nous, et que, même si nous savons maintenant que ni le volontarisme politique ni la volonté personnelle ne suffisent à nous transformer, nous avons néanmoins des capacités de changement étonnantes, devenues aujourd'hui à la fois un atout et une nécessité.

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

les mammouths avaient une vitesse de reproduction semblable à celle des éléphants, la chasse aux mammouths, même si une famille n'en consommait qu'un tous les deux ou trois mois, ne pouvait conduire qu'à leur disparition. La population des chasseurs put ainsi progresser vers l'est, au détriment de ces animaux. On constate qu'après la dernière glaciation, comme l'expansion de l'homme s'affirmait, les zones tempérées de l'Asie et de l'Europe ont vu leurs grandes espèces disparaître. Aujourd'hui, il reste très peu d'ours en Europe, plus d'aurochs, un troupeau de bisons en Pologne qui relève de la relique.

Il y a douze mille ans, les tribus d'hommes chasseurs venus d'Eurasie, après avoir traversé le détroit de Behring et pris pied sur le continent américain, empruntaient un étroit couloir libéré durant une période de réchauffement, à l'est, au pied des montagnes Rocheuses. On a appelé « homme de Clovis » cette population, du nom du premier site archéologique permettant de décrire ses campements et son mode de vie. Continuant vers le sud, sur le territoire qui est celui des quarante-huit États contigus des États-Unis, ils rencontrèrent des plaines incroyablement giboyeuses, dans lesquelles vivaient des troupeaux de mammouths et de dinothères, espèce apparentée à l'éléphant, de gigantesques paresseux terrestres, des tatous géants, des castors aussi gros que des ours, des chameaux, des chevaux américains, des bisons, des tapirs, de nombreux cerfs, gazelles, chèvres, bœufs musqués et autres herbivores non craintifs, ainsi que l'équivalent de lions, d'hyènes, de guépards. Les populations humaines se sont déplacées, vers l'est et vers le sud, au fur et à mesure de la destruction de la faune. Mille ans plus tard, la taille des pointes en pierre taillée, retrouvées sur les sites archéologiques d'Amérique du Nord, diminuait brutalement, comme s'il fallait désormais s'attaquer à des animaux plus petits. Plus de quatre cinquièmes des espèces de

grands mammifères disparaissaient à jamais du continent américain (Nord et Sud), rendant impossible toute domestication future.

Avant même d'arriver en Amérique, l'homme avait réussi à s'installer en Australie. Il y détruisit la plupart des grands marsupiaux, quelques dizaines d'espèces, par exemple le procopton, un kangourou de plus trois mètres de hauteur, le wombat, le diprotodon ou le lion marsupial. On peut douter que le climat soit la cause de leurs extinctions, car c'est l'argument toujours défendu pour éviter de reconnaître la prédation de l'homme. Comme si, chaque fois que l'homme arrivait sur une terre nouvelle, le climat se mettait à changer défavorablement pour tous les gros animaux.

Plus près de nous, sur le pourtour de la Méditerranée, incluant le Moyen-Orient, on sait qu'il y a dix mille ans vivaient toutes les classes de carnassiers : lions, hyènes, ours, loups, renards... Ces carnassiers se nourrissaient de nombreuses espèces de mammifères herbivores, insectivores, rongeurs, parfois de reptiles ou d'oiseaux. Ils ont disparu de ces régions comme les civilisations antiques se développaient (Sumer, Assur, Babylone, Égypte, Perse, Grèce, Rome...), pas seulement parce qu'ils étaient chassés ou utilisés lors des jeux de cirque, mais parce qu'ils n'avaient plus de quoi se nourrir. Les grands troupeaux de gazelles du Moyen-Orient s'étaient éteints, ainsi que les chèvres sauvages et de nombreux herbivores non domestiqués. Ont aussi disparu des îles méditerranéennes les éléphants nains, les hippopotames pygmées, les cervidés nains, plusieurs rongeurs géants, les tortues géantes. Du phoque méditerranéen, si commun du temps de l'Antiquité grecque, il ne reste qu'une petite colonie aux confins de l'Afrique du Nord, vivant dans des conditions difficiles. Que dire de ce déplacement vers l'ouest, de la Perse à l'Occident, de ce qu'on

qualifiait à l'époque de greniers à blé ? Y aurait-il eu une détérioration progressive des capacités agricoles de terres surexploitées ? Jadis, la florissante cité de Pétra était entourée de forêts et de jardins. Lors de sa fin, il ne restait qu'un environnement dégradé, sans forêt ni vert pâturage. Du temps de Salomon, la montagne du Liban était couverte de cèdres qui ont disparu par surexploitation. On découvre que les Causses stériles méditerranéens, ainsi que la désertification de l'Afrique du Nord, viennent de pratiques agricoles destructrices.

À Madagascar, on trouve encore une vingtaine d'espèces de petits lémuriens nocturnes, aujourd'hui menacés. Les Portugais y arrivèrent au début du XVI<sup>e</sup> siècle. Moins de mille ans avant qu'ils y débarquent, les ancêtres de ceux que nous appelons aujourd'hui les Malgaches avaient pris possession de l'île. Les Malgaches n'étaient pas et ne sont pas des chasseurs, comme l'étaient les hommes qui arrivèrent en Amérique. Ils élevaient le porc, les bovins et les chèvres, ils avaient des chiens et cultivaient la terre. Mais la douzaine d'espèces de gros lémuriens diurnes disparut, ainsi que l'aepyornis, oiseau géant qui inspira probablement le conteur de la légende de Sindbad le marin, un hippopotame de la taille d'une vache, une sorte de mangouste vive et grande comme un puma, ainsi que deux espèces de tortues terrestres géantes et un oryctérope. Un seul de ces animaux était carnivore.

Lorsque les colons britanniques s'installèrent en Nouvelle-Zélande, au début du XIX<sup>e</sup> siècle, ils découvrirent que l'île avait été peuplée d'une faune extraordinaire d'oiseaux. Autant les marsupiaux ont pris, en Australie, la place des mammifères en Eurasie et Amérique, autant ce sont les oiseaux qui ont réalisé cette radiation évolutive en Nouvelle-Zélande. Huit cents ans auparavant vivait une petite trentaine d'espèces d'oiseaux

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

Icare ne connaissait pas bien les anciens mythes grecs, sinon il aurait été plus prudent. Car, disait-on, Hélios, celui que les Romains nomment Apollon, celui qui conduit chaque jour le char du Soleil, permit à son fils Phaéton de conduire ce char dispensateur de la vie sur terre. À cause de son origine, Phaéton se vantait d'être plus grand que tous ceux de son âge. Mais le jeune homme n'était pas assez fort, il ne sut maintenir le char à la bonne hauteur. Il fut tué par la foudre et tomba dans le Pô, au nord de l'Italie.

Dans le cours de la vie, depuis des millions d'années, les Phaéton qui se prennent pour le dieu Soleil ont proliféré. Leurs sorts, invariablement, se ressemblent. Souvent nous les prenons en modèle. Comme ils s'élèvent sans cesse, ils en déduisent qu'ils peuvent encore s'élever. Ils appliquent mécaniquement la recette du temps présent. Tant qu'elle marche, c'est qu'elle est bonne. Jusqu'au jour où la hauteur maximale est dépassée et leurs ailes sont brûlées. Mais comment ce qui a donné le succès, pensent-ils, peut-il mener à l'échec ? L'histoire humaine est pleine de réussites dont la répétition mena au revers final, aussi retentissant qu'il était soudain et imprévisible. Nombre de dirigeants sont enclins à répéter ce qui leur a apporté les honneurs, prenant chaque jour le risque de toucher les limites de ce qui soutient leur action.

Les scientifiques découvrent que par l'application des mêmes méthodes et la poursuite des mêmes objectifs, l'homme est en train d'atteindre une limite destructrice. Va-t-il se brûler les ailes ? Ou bien est-il capable de comprendre que ce qui lui a donné la prospérité est désormais dépassé ?

---

1. La Genèse, 1, 28, TOB.



## II

### **Des stéréotypes contemporains**

*Où l'on voit que des lieux communs apparaissent dangereux et peuvent nous conduire à des situations dramatiques.*

*L'économie permet de tout comprendre*

Jusque dans les années 1970, il était courant d'entendre que l'écologie était le petit bout de la lorgnette. L'économie, elle, représentait la mesure la plus globale. Grâce à l'économie, on peut tout comprendre... Nous savons pourtant qu'elle ne permet pas d'appréhender le vivant, la physique quantique, le Big Bang ou le psychisme humain. Cette croyance, qui devient dangereuse, trouve son origine dans la convergence de plusieurs sources.

La Deuxième Guerre mondiale a révélé que la puissance industrielle associée à une forte population conférait la puissance militaire. Saint-Exupéry, durant la débâcle, écrivait que 40 millions de paysans avaient été écrasés par 80 millions d'industriels. De Gaulle parlait de la « force mécanique ». Or les indicateurs économiques permettent de mesurer la puissance industrielle et l'industrialisation est bien corrélée avec la disparition des famines. La baisse de la mortalité prématurée, l'allongement de l'espérance de vie sont liés au développement technologique et industriel. Le progrès pouvait être mesuré par des indicateurs économiques quantitatifs. En face des données

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

invasive. Ne pas faire la différence entre une technologie brutale, indifférenciée, invasive, destructrice, et une technologie fine, différenciée, adaptée est devenu un obstacle majeur à l'acceptation des technologies par ceux qui prennent conscience que notre avenir est menacé par notre propre activité technologique destructrice.

### *La nature rend au centuple de nos efforts*

Nous disposons d'outils de mesure de certaines limites non dépassables. La production primaire nette (NPP), évaluée en unité de carbone, est la quantité d'énergie solaire convertie en matière organique par les plantes grâce à la photosynthèse. Elle représente la nourriture primaire pour l'écosystème. Une région du monde à forte NPP produit plus de biodiversité. La NPP est un paramètre central du fonctionnement des écosystèmes ; elle donne la quantité totale d'énergie utilisée par le monde vivant sur la surface analysée. L'appropriation de cette production par l'homme (HANPP) résulte de ses besoins alimentaires, directs ou indirects, de ses besoins en fibres comme le coton, le lin ou le chanvre, de ses besoins en biomasse (matériaux, chauffage, chimie) et de ses besoins en surface « stérilisée » (routes, aéroports, constructions, diverses infrastructures). L'HANPP, indicateur de la pression socio-économique sur l'environnement et sa biodiversité, a pu être estimée région par région. Tout ce que prend l'homme n'est plus disponible pour les autres espèces dites hétérotrophes, celles qui se nourrissent de plantes ou d'animaux. Plus la pression de l'homme est forte, laissant moins de disponibilité pour la vie sauvage, plus la biodiversité a tendance à diminuer. Les scientifiques ont montré que plus de 83 % de la biosphère terrestre est soumise à la pression de l'homme. L'HANPP qui représentait environ 24 % de la

bioproduction terrestre (NPP) en 2008 a dépassé 26 % en 2013. Sur les parties du monde densément peuplées, l'HANPP excède 50 %, pour dépasser 80 % dans les régions entièrement cultivées et habitées, les plus densément peuplées. Le vivant évolue aujourd'hui sous l'effet de notre pression.

Nous consommons plus d'énergie que la globalité de la NPP, car nous puisons en plus dans des ressources fossiles constituées depuis des millions d'années (charbon, pétrole, gaz, tourbe) en quantité annuelle du même ordre de grandeur que la NPP. Nous pouvons aussi nous approprier des flux énergétiques qui ne passent pas par la photosynthèse : énergie hydraulique, énergie solaire directe, énergie éolienne, marémotrice, géothermique. Les quantités sont considérables, mais elles sont éparpillées et inégalement réparties sur la planète. Le coût de leur appropriation n'est pas nul, même en termes énergétiques. Une limite sera vite atteinte. Vouloir prendre une énergie éparpillée à partir de petites réalisations conduit nécessairement à un très grand nombre de réalisations ; l'impact global peut être plus grand que quelques macroréalisations fondées sur des sources concentrées d'énergie, et ce d'autant que les populations se concentrent.

La production énergétique de base ne peut plus croître, à moins de miser sur le nucléaire, lequel a aussi des limites, nous le verrons. Nous devons faire des efforts pour demander moins à la biogéosphère. Les calculs montrent qu'il faudrait diviser par quatre la consommation d'énergie globale pour pouvoir, au moins dans le contexte européen actuel, atteindre un équilibre. C'est voisin de la proposition européenne dite « facteur 4 », même si elle était basée sur l'émission de CO<sub>2</sub> et non sur l'énergie totale consommée. Un tel objectif est si ambitieux qu'on n'en est plus à quelques pour cent près.

## *Le divertissement est sans incidence sur l'environnement*

L'analyse économique ne permet pas de séparer ce qui est de l'ordre des besoins d'éducation, de formation, d'accomplissement, de ce qui est de l'ordre du divertissement. Ce dernier atteint, en moyenne, dans les pays développés, des niveaux qui dépassent de très loin celui des aristocrates oisifs d'avant le XVIII<sup>e</sup> siècle. La course aux loisirs devient une compétition tirée par les plus riches dont le genre de vie ostentatoire devient le modèle à atteindre pour tous, ce que Thorstein Veblen avait bien vu il y a plus de cent ans.

Certains, sur la base de calculs économiques, disent que les 4X4, les jets ou hélicoptères personnels, les yachts ou les voitures avec chauffeur, ne pèsent pas sur les consommations globales. C'est une erreur de perspective, un refus de considérer la force symbolique de la consommation ostentatoire et l'effet mimétique que cela entraîne chez ceux qui la voient. S'il était possible de piloter un engin pour faire l'aller-retour Terre-Lune en huit jours, les candidats se précipiteraient. Une énergie quasi gratuite fait dérailler le désir de toute-puissance au point de le rendre agressif et totalitaire. Souvenons-nous de la remarque d'Alfred Sauvy datant d'avant les années 1970 : « Il est permis de parler librement de tout, de maudire la religion, le gouvernement ou le Parti communiste, et de proclamer la décadence des mœurs. Attaquer la pureté d'origine du Beaujolais, le système d'enseignement ou la nouvelle architecture, dénoncer la pauvreté du cinéma français ou étranger, la rapacité des banquiers ou la nonchalance des fonctionnaires, cela va. [...] Mais il n'est pas permis non seulement de formuler un avis non conformiste sur l'automobile dans la cité, mais même de publier, à son sujet, des chiffres officiels ou patents, que les grands prêtres ont placés dans

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

démographique, dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle, n'a pas empêché l'accès au développement industriel.

Les déplacements possibles sont devenus limités : moins d'accès à une énergie concentrée, impossibilité de conquérir des territoires, pas de lieux libres pour l'émigration, absence locale des conditions sociales, culturelles, scientifiques ou technologiques permettant un déplacement technologique ou organisationnel. Une explosion démographique peut alors conduire à l'écroulement. C'est ce que suggère Jared Diamond dans l'exemple des Anasazi, dans le sud-ouest des États-Unis, avant le XII<sup>e</sup> siècle.

La croissance démographique africaine a lieu dans un environnement dont les richesses ne seraient accessibles que grâce à une technologie peu maîtrisée sur place, dans un contexte socioculturel bouleversé par leur histoire. Les Indiens répondent à leur croissance démographique par une HANPP (appropriation humaine de la production primaire brute) qui atteint 60 %. Ils frôlent la limite absolue à l'exploitation des terres. Richesse et population sont inversement corrélées. Sur les dix pays les plus peuplés de la Terre, un seul est considéré comme riche. Sur les dix plus riches, un seul fait partie des dix plus peuplés. Cet exemple, donné par Jared Diamond, suggère que ce pays particulier, les États-Unis d'Amérique, est davantage un contre-exemple local que la tendance. La course à la croissance démographique reste pourtant dans l'imaginaire collectif. Le « non-renouvellement des générations » inquiète, en particulier en Europe, alors que c'est une chance : la possibilité de baisser la pression globale de l'activité humaine sur le territoire européen, même si la baisse la plus importante ne peut venir que de choix socio-technico-économiques : l'innovation accélérée ou la décroissance.

Entre la démographie et le développement, au-delà d'un certain seuil, il faudra choisir, que ce soit un « choix imposé » ou un choix réel. La poursuite du développement sur un territoire densément peuplé ne peut qu'être associée à la décroissance démographique, même combinée à des innovations sociales et technologiques, d'autant que l'espérance de vie s'allonge. Car les surfaces disponibles pour l'agriculture diminuent avec le développement.

La comparaison des pays du continent africain fournit un modèle. En 2002, la population du continent était de 812 millions d'habitants. Elle atteint 918 millions en 2008, et 1 milliard 116 millions en 2014. Le FNUAP (Fonds des Nations unies pour la Population) prévoyait en 2001 que ce continent abriterait 2 milliards d'habitants en 2050 ; est-ce l'annonce d'une catastrophe ? Les pays africains où la natalité a chuté ont connu une nette amélioration de leur niveau de vie. En 2002, le taux de fécondité en Tunisie était de 2,1 et semble se stabiliser à moins de 2. En Algérie, la baisse est moins prononcée : à 2,8. Le Maroc, de plus de 3 à 2,13, l'Égypte à 2,8. Afrique du Sud et Botswana se rapprochent de 2,2. Le reste du continent affiche la plus forte croissance démographique au monde associé à un appauvrissement, mais les évolutions deviennent très rapides. Là aussi, les différences s'accroissent entre le Cap-Vert au taux de fécondité de 2,3, le Kenya (3,3), la Côte d'Ivoire (3,5), le Cameroun (4,7), le Sénégal et le Gabon (4,4), la République démocratique du Congo (4,6), l'Ouganda et la Somalie (5,9), le Mali (6). Les pays africains à démographie en désaccélération forte se classent globalement parmi les plus développés du continent. En Afrique, comme ailleurs, le développement commence par l'éducation, surtout des femmes, ce qui conduit à une baisse de la fécondité.

Dire que, pour l'environnement, peu importe la population

si elle n'est pas fortement consommatrice d'énergie, de déplacements, de terre, est une erreur de perspective, car tout être humain cherche à satisfaire, dans la durée, sa demande de biens matériels. L'empreinte écologique moyenne d'une personne est définie par la surface dont elle a besoin pour vivre. Les besoins de surface d'un Américain sont environ quarante fois ceux d'un Africain. À terme, le développement des pays africains demandera plus de surface par habitant. Une baisse tendancielle de la population devient un atout, qu'elle soit asiatique, américaine, européenne ou africaine...

Sans entrer dans les visions extrêmes de la Deep Ecology, qui souhaite une population planétaire de 500 millions d'habitants, une baisse progressive de la population planétaire est une part des solutions aux problèmes de manque d'espace. Ce n'est pas l'objet de ce texte, même si se dessine une convergence entre l'approche socio-économique et l'approche bio-écologique. Au moins, ne crions pas que c'est un désastre si un pays ne renouvelle pas sa population (indice de fécondité inférieur à 2), et encore moins si cela vient d'un changement sociétal et culturel profond d'un pays riche. La pression négative de l'homme sur son environnement existe depuis qu'il existe et une population planétaire trop importante est risquée. L'exemple des Pays-Bas suggérerait l'opposé. Mais ses ressources globales (son empreinte écologique) dépassent largement la surface du pays, ce qui est un déplacement de problème, payé par d'autres.

En 1800, la France comptait un million de naissances par an et une population de 26 millions d'habitants, soit un rapport entre population et natalité, décrit par Laplace, égal à 26. Aujourd'hui, il est de 78, le nombre de naissances est d'environ 850 000 pour une population de 67 millions d'habitants. L'accroissement de l'espérance de vie augmente la population, toutes choses égales par ailleurs. Le vieillissement est la

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

Des fleuves et des mers sont asséchés ou réduits pour les besoins de l'irrigation : mer d'Aral, mer de Galilée, mer Morte, Colorado, fleuve Jaune, Nil, Indus, Gange, Tigre, Euphrate...

L'alimentation des pays riches a changé. Elle demande plus de pétrole et plus d'eau dite « virtuelle », l'eau qu'il a fallu utiliser pour arriver au produit final. La consommation d'eau virtuelle mesure le besoin en termes d'eau. Si 600 litres d'eau virtuelle suffisent pour produire un kilo de pommes, ou 1 000 litres pour un kilo de pommes de terre ou de céréales, cette eau dont la majeure partie vient des pluies, il en faut 15 000 pour produire un kilo de steak, dont 300 ne viennent pas directement de la pluie. Le kilo de porc et de volaille demandent respectivement près de 5 000 et 4 000 litres. Le café torréfié revendique plus de 20 000 litres... Il faut être prudent sur les calculs d'eau virtuelle, car cela ne signifie pas toujours que l'eau est limitante, ni surtout qu'elle est prise au détriment d'un autre usage possible. L'eau qui nous importe directement, comme citoyens, c'est l'eau potable, à laquelle n'ont pas encore accès plus d'un milliard de personnes, mais nous ne l'utilisons pour boire qu'à raison de 2 %.

L'industrie est aussi consommatrice d'eau, même si elle a su diminuer relativement ses besoins. Par exemple, une rame de papier A4 ne demande plus que 5 000 litres, alors que la fabrication du papier était réputée être grosse demandeuse d'eau. On peut espérer que l'industrie soit, proportionnellement à son activité, de moins en moins consommatrice d'eau, grâce à des innovations techniques.

Comme durant le XX<sup>e</sup> siècle, l'énergie n'était pas chère, l'eau était rarement un facteur limitant, cela dépendait des lieux. Elle pouvait être transportée et les réseaux d'eau potable permettaient aux habitants des pays riches d'y accéder. Cela a

conduit à trop d'eaux usées et nous avons installé des stations d'épuration. Un coût élevé de l'énergie risque de remodeler la donne. Il faudra utiliser au mieux l'eau disponible. Le genre de vie technologique très énergétivore est aussi gros utilisateur d'une eau qui devient de plus en plus coûteuse en énergie, de plus en plus chère à obtenir, de plus en plus rare par rapport à la demande. La rareté de l'énergie et de l'eau conduira peut-être à un meilleur usage, mais elle risque de conduire à la famine des pays entiers.

Comment répartir l'eau en adéquation avec les populations humaines ? Comment réduire les inégalités de consommation ? Le tourisme dans tout le pourtour méditerranéen demande une quantité d'eau accrue, car les touristes consomment davantage d'eau que les autochtones. La Californie, qui a été le premier État important pour lequel l'eau est devenue insuffisante, est maintenant dépassée par la Chine, et bientôt par tous les pays du Sud et de l'Est méditerranéens jusqu'au Pakistan, et l'Inde. L'eau devient une ressource limitante sur des surfaces très peuplées de la planète, quand l'eau disponible va baisser par épuisement des nappes phréatiques.

### *Les matériaux*

Les **terres rares** (*rare earths* en anglais) sont un groupe de métaux aux propriétés électromagnétiques semblables, dont le terme vient du fait qu'au début des découvertes, le français était la langue de la science, les « terres » étant des oxydes de minéraux. Le premier, l'yttrium est découvert par un minéralogiste suédois, Carl Axel Arrhenius, en 1787, le deuxième, le cérium, en 1803, indépendamment en Suède et en Allemagne. Durant le XIX<sup>e</sup> siècle, quinze autres furent découvertes, aux noms évoquant un ailleurs mystérieux :

scandium, lanthane, praséodyme, néodyme, prométhium, samarium, europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium, lutécium. Comme elles ont des propriétés chimiques très voisines, on les trouve en mélange dans un même minerai et il est difficile de les séparer. De là leur nom général ; car le cuivre ou le plomb, par exemple, sont plus rares, mais, là où ils se trouvent, plus concentrés. Le tantale, l'indium, le gallium et le germanium ne sont pas recensés dans les terres rares, quoique rares, mais y ressemblent en termes techno-économiques, et sont donc assimilés. C'est le projet Manhattan (Development of Substitute Materials, en 1940), surtout connu pour avoir conduit à la fabrication de la bombe atomique, qui permit de réaliser leur séparation et purification à des fins industrielles.

À partir de 1970 commence la première application industrielle, directement liée au développement de la télévision en couleur. Depuis cette époque, la consommation de terres rares en industrie est en croissance continue. Leurs applications concernent de nombreux lasers, ampoules ou luminophores, LED, condensateurs, supraconducteurs, semi-conducteurs, aimants permanents (éoliennes, moteurs électriques, etc.), fibres optiques, verres spéciaux, batteries, catalyseurs, céramiques spéciales, écrans LCD, écrans tactiles, disques durs, panneaux photovoltaïques. Utilisées en relative faible quantité dans ces nombreuses applications, les terres rares sont souvent présentées comme les « vitamines » indispensables au développement des nouvelles technologies, « vertes » ou pas. Leur usage se concentre donc sur des secteurs économiques récents, toujours liés à l'optoélectronique et l'électricité, et donc souvent stratégiques.

Leur faible concentration dans les minerais conduit à des extractions techniquement difficiles, économiquement

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

en 1979, lors de la première conférence sur le climat, à Genève, qu'est lancé le programme mondial de recherche sur le climat. En 1992, au Sommet de la Terre à Rio de Janeiro, un objectif est affiché. Il aura fallu cent ans entre la première théorie et la mise en place de projets rectificatifs des conséquences de nos actions.

Il s'agit donc de science et non de politique. Une science ardue, complexe, demandant des équipes de recherche chevronnées, lesquelles ont fourni leurs résultats après des années d'études et de confrontations. Les conclusions auxquelles arrivent les équipes de scientifiques conduisent à différents scénarios inquiétants.

L'effet de serre, bénéfique, peut-il devenir négatif s'il est trop fort ? Il semble y avoir une marge de manœuvre avant que le réchauffement climatique ne devienne, dans une vision d'évolution de la vie sur Terre depuis 600 millions d'années, vraiment « catastrophique ». La circulation thermohaline, cet ensemble planétaire qui brasse les eaux maritimes des différents océans, pourrait se modifier avec d'autres effets climatiques en cascade, mais la Terre a déjà connu de tels changements. Pour ce qui est de la vie de l'homme et d'un bon nombre d'êtres vivants actuels, un réchauffement de 4 °C aura des conséquences redoutables, par rapport aux 15 °C moyens actuels. Citons : un déplacement des zones vivables et des zones invivables pour l'homme (désertification), une irrégularité du climat accrue, un accroissement des intempéries, tornades, typhons, qui rendront l'agriculture plus difficile, plus irrégulière, et qui provoqueront des dégâts considérables qui pourront se compter en centaines de milliards d'euros par an, une montée des eaux, plus ou moins importante selon des effets en cascade difficilement prévisibles, sachant que les côtes sont les lieux les plus peuplés et que de nombreux ports sont de très grandes villes. De l'ordre de la moitié de la population mondiale vit à moins de 50 kilomètres

des côtes. Des centaines de millions vivent à moins de 2 mètres d'altitude. La surface de la Terre utilisable par l'homme peut diminuer, avec des conséquences agricoles négatives alors que la population continue de croître. Il semble que la disponibilité d'eau baisserait, ou qu'au mieux elle se déplacerait, certains y gagnant et d'autres y perdant. On peut imaginer des famines et des tentatives de migrations comme nous n'en avons jamais connu, même aux époques les plus mouvementées, en inadéquation avec les infrastructures existantes, à moins d'une intense capacité créative humaine à innover et s'adapter sans cesse à l'évolution climatique...

Car tout continue à croître de manière exponentielle : population mondiale, production industrielle et déforestation, émission de gaz à effet de serre. De nouveaux venus (Chinois, Indiens, Indonésiens, Brésiliens, Malaisiens, Thaïlandais, Vietnamiens...) veulent eux aussi accéder au train de vie européen, sinon américain. Malgré les déclarations de bonne intention et les protocoles internationaux, se déroule le plus inquiétant des scénarios du GIEC<sup>4</sup>. On ne voit pas comment cela s'arrêterait, sauf crise économique majeure. Il reste encore assez de pétrole, de charbon, de gaz, de forêts, pour déverser au moins un bon millier de milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. De quoi retrouver le climat du carbonifère, il y a 300 millions d'années. Déjà nous serions revenus au taux de CO<sub>2</sub> d'il y a plus de 2 millions d'années. À cette époque, l'*Homo Sapiens* n'existait pas, ses ancêtres vivaient en Afrique. Même si nous arrêtons tout soudain, le climat continuerait à évoluer, car le réchauffement diminue les surfaces blanches (neige, glace), ce qui, ajouté aux surfaces foncées créées par l'homme (routes, constructions), entraîne un processus d'absorption de chaleur (absorption du rayonnement solaire). L'albédo, qui est le rapport

de l'énergie solaire réfléchi par une surface sur l'énergie solaire incidente, diminue avec les actions de l'homme et l'échauffement du climat, ce qui accélère le réchauffement, déjà bien mesurable. Et la concentration en CO<sub>2</sub> ne baisserait que très lentement.

Nous pouvons reconstituer les lointains passés, sur des échelles de temps très longs, grâce aux recherches scientifiques en paléoclimatologie. Le changement d'atmosphère qui ouvrit des possibilités nouvelles à l'évolution du vivant, au précambrien, provient des cyanobactéries qui ont fixé le CO<sub>2</sub> et rejeté de l'oxygène. L'atmosphère est devenue oxydante. Nous ne pourrions pas vivre dans l'atmosphère d'avant le développement des cyanobactéries, qui ressemblait un peu à celle de la planète Vénus. Cependant, pendant le précambrien, qui s'est terminé il y a environ 540 millions d'années, trois épisodes glaciaires majeurs eurent lieu, dont le dernier il y a 600 millions d'années. Ces reconstitutions du climat sont à l'échelle des temps géologiques, dont l'unité est de l'ordre du million d'années. La période du carbonifère, qui s'est écoulée pendant 60 millions d'années, commence sur un pic de chaleur et s'est terminée, il y a 300 millions d'années, sur une glaciation. C'est l'époque qui fabriqua les plus gigantesques réservoirs de matière organique carbonée fossilisée (lignite, houille, anthracite). Le permien qui succède correspond à une remontée de la température sur une durée de 50 millions d'années. Durant l'ère du mésozoïque (-250 à -100 millions d'années) qui comprend le trias, le jurassique et le crétacé, que nous nommions jadis « l'ère secondaire », les températures augmentent avec des variations. Une chute violente et courte a lieu à la fin du crétacé.

Il y a 5 millions d'années a commencé une ère globalement froide caractérisée par des fluctuations relativement rapides qui

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

Terre, les sciences du vivant, les sciences humaines. Dans chacun de ces domaines, ce sont de multiples disciplines, des savoirs immenses, des inconnues plus inquiétantes, des articulations qui manquent. Les scientifiques ne suffisent pas. À leurs côtés seront nécessaires des transversaux, des innovateurs, régulés par des visionnaires, des « cassandres », des médiateurs, des cliniciens de l'humain. Dans notre monde économique régulé par l'argent, cela signifie qu'une part croissante de nos moyens devrait être orientée vers l'innovation, certes, mais encore davantage vers la recherche. Cela signifie que les chercheurs devront être suffisamment payés puisque la reconnaissance, dans notre société moderne, est surtout fondée sur l'argent.

Outre ce besoin de scientifiques, nous avons besoin d'une diffusion de l'esprit scientifique dans l'ensemble de la population. Ce que j'entends par « esprit scientifique », ce n'est pas la seule approche objectivante et mécanistique. L'esprit scientifique, c'est, en premier lieu, la curiosité, l'esprit de recherche, le questionnement, la reconnaissance des difficultés et pouvoir dire « je n'en sais rien, mais cherchons ».

Notre technologie est archaïque par rapport à l'effet qu'elle produit, consommatrice d'énergie à outrance, souvent destructrice de notre environnement. Elle est trop orientée vers les désirs de destruction. Il n'y a pas besoin d'être critique vis-à-vis des « complexes militaro-industriels » pour s'en apercevoir. La technologie nécessaire est une technologie dont les développeurs peuvent débattre avec les scientifiques de tous bords et avec les différents acteurs sociaux. Mais pour cela, il faut que les technologues, les scientifiques de la nature, ceux des sciences humaines, s'intéressent les uns aux autres. Il suffit de faire un exposé sur la physique quantique à des acteurs des sciences humaines, ou même à des artistes, pour voir leurs yeux

s'agrandir, découvrant une étrange beauté, jusqu'aux tréfonds de cette matière que ces (prétendus) rustres logiciens leur dévoilent. Les possibilités d'échanges entre le scientifique, le clinicien et l'artiste sont immenses. Encore faudrait-il qu'ils prennent le temps de s'y consacrer. Cela signifie la promotion de la connaissance avant celle de l'action, ce qui n'est certes pas la tendance des sociétés modernes depuis quarante ans.

Nous avons tant d'inconnues à découvrir, tant de technologies à inventer, que nous n'y arriverons qu'en demandant à tous et toutes de s'y investir. Même le plus humble acteur de notre société peut savoir ce qu'un scientifique chevronné ignore, encore faut-il qu'il sache, et qu'il puisse, exposer son savoir. C'est notre survie collective qui est en cause. Nos connaissances, nos savoir-faire, nos savoir-être sont aujourd'hui insuffisants par rapport à l'ampleur des problèmes que nous avons déclenchés comme conséquence de notre tendance prédatrice associée à un développement de nos connaissances orientées à des fins utilitaristes. Il y a urgence, nous n'avons peut-être que trente à cinquante ans, à condition de commencer très vite, pour résoudre le plus grand défi que nous nous soyons jamais lancé à nous-mêmes. L'impossibilité décrite par les limites énergéto-environnementales peut être le moyen de nous assumer enfin comme réellement sortis des lois de la nature, non certes en totalité, mais suffisamment pour les utiliser à notre profit et apprendre à suivre de plus près l'effet de nos actions collectives.

Nous avons besoin de nombreuses et différentes compétences dans l'univers scientifico-technique. Des spécialistes, qui sondent un problème, dont les programmes de recherche sont pointus au point qu'ils paraissent dérisoires à celui qui y est étranger. Ceux que j'appellerai des finalistes, le plus souvent obsédés par le but de l'action, qui devant chaque

découverte se demandent : « Pour quoi faire ? » Il y a aussi des personnes plus transversales qui ne sont à l'aise que lorsqu'elles établissent des passerelles, des relations entre mondes différents, qui relient ceux qui sans elles ne se seraient jamais rencontrés. Des prospectifs, qui scrutent le futur et sentent les tendances. Des perspectives, qui élargissent les horizons et aident à la construction du sens. Des spécialistes en éthique. Ceux qui mixent les compétences, ceux qui changent de compétences au cours de leur vie... Dans les cursus scientifiques, il faudra être capable d'évaluer les profils pluridisciplinaires, ce qui n'est guère le cas aujourd'hui.

Nous aurons besoin de tous, scientifiques, technologues, financiers, juristes, psychologues, sociologues, politologues, médiateurs, vendeurs, communicants, scrutateurs de l'humain et de son devenir, bénévoles en association... Tous, qui ont compris que nous sommes devant un enjeu scientifique, technologique, social, humain... le plus grand que nous ayons jamais rencontré. Car nous touchons du doigt la limite de notre emprise sur la Terre, et nos connaissances de la nature et de nous-mêmes sont insuffisantes.

Si l'espèce humaine a du génie, c'est bien maintenant qu'il va falloir qu'elle le prouve.

### *Un retard technologique*

Nous sommes très fiers de notre avancée technologique, mais nous avons tort. Nous utilisons le plus souvent des technologies adaptées à une énergie que l'on peut gaspiller. Ces temps sont terminés. L'énergie est disponible en quantité finie. Nous devons payer la dette environnementale en acceptant le coût d'une énergie à faible impact environnemental. Nous avons accumulé un retard relatif par rapport à l'effet de nos actions.

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

l'artificiel et le virtuel font partie, intrinsèquement, de l'humain. Non, le naturel n'est pas nécessairement meilleur que l'artificiel, nous avons tant de contre-exemples. Nous ne consommons presque rien de purement naturel. L'homme est un animal anaturel – dénaturé, dirait Vercors – qui vit d'artificiel et de virtuel. En cela, il est une externalité dans son propre environnement qu'il fait évoluer. Il a même créé des espèces maronnes, c'est-à-dire domestiquées et retournées ailleurs à l'état « sauvage », comme le sanglier et le mouflon en Corse.

Une idée tenace et dangereuse est de croire que le vivant est infiniment adaptable. Si c'est relativement exact, dans une vision large et sur des durées longues, parfois très longues à l'échelle humaine, car il s'agit de millions d'années, il n'est pas vrai que tout être vivant puisse s'adapter rapidement à un changement d'environnement. Mettons à part les bactéries. Seules les espèces opportunistes comme l'homme, le chat et le rat, la mouette et la pie, peuvent s'adapter rapidement à une multitude de biotopes. Les espèces spécialisées, végétales ou animales, disparaissent avec l'environnement auquel elles sont inféodées. Dans la durée, des espèces peuvent donner des descendance diverse. Les espèces cultivées et/ou domestiquées s'éloignent peu à peu de leur ancêtre sauvage, le chien étant l'espèce la plus éloignée de son ancêtre originel. Mais cela demande du temps. On pourrait schématiquement décrire l'évolution depuis 600 millions d'années comme des successions de crises qui, à cause de changements rapides de l'environnement, provoquent l'extinction des espèces trop spécialisées. Entre chaque crise, les espèces survivantes, les moins spécialisées, régénèrent la biodiversité par irradiations adaptatives. Mais aucune évolution adaptative ne peut se faire en moins de quelques centaines de siècles. La création du chien a demandé plus de cent siècles. L'histoire du blé se raconte sur

une durée proche de la centaine de siècles.

Croire que le pétrole, c'est surtout de l'énergie, est une idée reçue dangereuse. S'il est nécessaire d'arrêter de consommer du pétrole le plus vite possible, c'est, entre autres, parce que c'est une matière première qui vaut de l'or, comme l'avait remarqué Mendeleïev. Il serait préférable de fabriquer des matériaux spéciaux à partir de pétrole, ce qui piégera le CO<sub>2</sub>, plutôt que de le brûler.

Croire qu'il faille concentrer tous les efforts sur la meilleure solution est une idée reçue qui nie la façon même dont le vivant et nous-mêmes évoluons. Jamais la meilleure solution, quand elle existe, ne s'impose aussitôt. Une innovation n'est jamais immédiatement optimisée. Il suffit d'analyser l'histoire de la motorisation. Tous les moteurs existaient à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Le moteur à vapeur semblait devoir être le grand gagnant, les Stanley furent produites jusqu'en 1927. La *jamais contente*, voiture électrique, dépassa la première les 100 km/heure, il y a cent vingt ans. Quant au moteur Diesel, il semblait de peu d'avenir, trop lent, sans accélération et le moteur à explosion que nous connaissons manquait de puissance et d'efficacité énergétique...

La liste est immense des idées reçues qui nous empêchent de chercher des solutions, dont celles qui concernent l'économie : le marché prétendu régulateur, les bienfaits de la concurrence... Pour innover à vitesse accélérée, nous allons devoir travailler sur nos propres idées reçues. En particulier, sur celle qui consiste à croire qu'on ne peut faire travailler et réfléchir, ensemble, des personnes de bords idéologiques différents. Nous avons tous des idées reçues que nous ne remettons pas en cause. Il va falloir entreprendre un effort collectif nouveau, mais indispensable : accepter la remise en cause des idées reçues les plus profondes,

celles que nous estimons non discutables. C'est un travail sur le sens même de ce qui nous fait vivre.

### *Un déficit démocratique*

Dans la course innovatrice que nous devons réaliser, collectivement, existe un obstacle que nous percevons mal. Le déficit démocratique, dans les prises de décision, et cela, même dans ces pays qu'il est convenu d'appeler « démocraties ». Une démocratie n'est pas seulement un système d'élection. Offrir à un autre la possibilité de me représenter, c'est me dévêtir de ma propre souveraineté, remarquait Rousseau, c'est être démocrate un jour tous les cinq ans.

Pourtant nous votons chaque jour sans nous en rendre compte. Nous votons pour la dégradation de l'environnement chaque fois que nous brûlons de l'énergie fossile au-delà d'une certaine quantité annuelle. Le choix de la mobilité à tout va est un vote pour l'énergie chère. Le choix d'achat d'une voiture sans considération pour sa consommation est un vote contre l'environnement planétaire. Nous votons pour le dégageant et le cynisme en consommant par ostentation, en regardant les publicités télévisuelles, en nous laissant influencer par les affirmations des marques. Nous votons pour l'abdication de notre liberté en croyant les experts ou les idéologues, sans faire l'effort personnel de comprendre le problème. Nous votons pour la normalisation et l'uniformisation en affirmant notre opinion sur un sujet sans l'avoir étudié, sans avoir pris de temps d'en comprendre les enjeux. Nous votons pour les inégalités sociales en profitant d'une position privilégiée pour demander un salaire accru. Nous votons avec cynisme, en dépit de la préparation de l'avenir, chaque fois que nous préférons le maintien de nos avantages et le refus de l'investissement dans les économies

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

peu d'actions dans ce but. On ignore le temps nécessaire pour qu'une découverte imprévisible ait lieu. On sait qu'il faut un découvreur, dans certaines conditions qui ne se révèlent qu'après coup. Qu'il faut un terreau de motivations, de connaissances, de savoir-faire... Conditions nécessaires, mais non suffisantes.

Les échelles de temps connues des processus d'innovation restent, malgré des inconnues non négligeables, en phase avec l'échelle de temps de l'apparition d'une pénurie irréversible d'énergie fossile ou d'un changement climatique majeur. Il faudrait commencer tout de suite la mise en chantier de cette transition énergétique en tenant compte des différents temps incompressibles. Le changement climatique risque de nous prendre de court, car il dépend de processus physiques à très grande inertie. Ce que le GIEC et les économistes sembleraient n'avoir pas intégré – dans les modèles précédents –, c'est qu'en phase de décollage industriel classique, la nécessité d'énergie est la plus grande pour chaque point de PIB augmenté. Une fois passée cette phase, les besoins en énergie ne baissent pas. Ils continuent d'augmenter, mais moins vite. Comme l'Inde, puis l'Indonésie, etc., suivent la Chine, la production de CO<sub>2</sub> risque de suivre, pendant au moins dix ans, le scénario le pire que le GIEC ait imaginé. La baisse relative d'utilisation d'énergie fossile des pays riches est accentuée par la délocalisation – cynique modèle –, en Asie surtout, des industries consommatrices d'énergie. Dans cette logique-là, plus nous serons vertueux, apparemment, moins ils le seront sans que nous puissions le leur reprocher. La Chine a signé un accord contre le « dumping écologique », mais qui était responsable de ces transferts de production, sinon nous ? Certes l'efficacité énergétique primaire s'améliore plus vite en Chine que dans le

reste du monde, mais cela ne peut compenser le développement industriel lui-même.

Personne, semble-t-il, n'imaginait qu'un tiers de l'humanité s'éveillerait en bloc au développement. « Quand la Chine se réveillera, le monde tremblera » aurait dit Napoléon. Il fallait prendre cette expression au premier niveau, le plus basique. Il aurait pu dire la même parole pour l'Inde. Car le phénomène est physique. Quand le Japon a décollé, Américains et Européens ont eu des crises d'angoisse, mais il ne s'agissait que de 120 millions de personnes. 2 milliards et demi, c'est autre chose... Le centre de gravité se déplace.

### *Pour un programme de transition énergétique européen*

Les obstacles que rencontre l'humanité, venus de son développement, sont les limites de son expansion. Les interactions entre les problématiques sont nombreuses. Contrairement à ce que je pensais en 2008, ce n'est plus la disponibilité de l'énergie qui est le facteur limitant ; c'est son impact sur le climat et ce qui s'ensuit. Car les capacités d'innovation pour accéder à des ressources fossiles lointaines se sont accrues énormément, et pour cause, la majorité des investissements en recherche et développement est allée dans cette direction... Le parti pris ici est la focalisation sur le problème énergétique avec en priorité les gaz à effet de serre. J'ai lu de nombreuses critiques sur la proposition de l'édition précédente de se focaliser sur un projet européen, l'Europe étant considérée comme incapable de mener une politique cohérente globale. L'autocritique nationale me semble plus judicieuse, et l'échange, la comparaison, voire la complémentarité entre les différents pays seraient plus adaptés. On apprend autant de ses propres erreurs que de celles du voisin. Même si les politiques

agricoles, économiques, énergétiques, environnementales, des États européens et de l'Union européenne sont insuffisantes ou critiquables, elles restent souvent en avance sur ce que fait le reste du monde en général pour éviter la destruction des milieux naturels, dans une mondialisation et une compétition mondiale dans le cadre desquelles, manifestement, l'Europe est insuffisamment unie. Malgré une forte densité moyenne de population, l'Europe, pour le moment, conserve ses sols, ses forêts, ses eaux et sa diversité animale (l'élimination de la méga faune est ancienne). Elle n'est pas allée aussi loin dans le modèle américain du « tout banlieue – tout automobile ». Les taxes sur l'essence ont été conservées afin de maintenir une pression contre ce modèle. Mais elles devraient être régulièrement augmentées en profitant de chaque occasion de baisse conjoncturelle.

C'est une erreur de croire que nos problèmes actuels proviennent de l'Europe. Nos problèmes sont internes à chaque pays, et chaque pays montre une grande autonomie dans des choix cruciaux. Nous pouvons nous appliquer beaucoup des réflexions de la première partie. Et finalement, le plus grand problème de l'Europe est que nous ne la faisons pas réellement. Nous manquons d'un esprit européen créatif, collaboratif et dynamique.

En s'engageant volontairement et par anticipation vers une transition énergétique maîtrisée, en s'engageant réellement dans la lutte contre le changement climatique par l'innovation, l'Union européenne entamerait un processus de libération des énergies fossiles. Elle se préparerait à assumer un rôle majeur technologique, organisationnel, social... Ce défi, l'Union européenne est toujours bien placée pour le relever, parmi les pays développés, pour les raisons ci-après.

Chaque pays européen est dans une situation différente.

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

mettre en cause le libre-échange par ailleurs. Importer d'Asie, par porte-containers, des produits manufacturés n'est pas très coûteux énergétiquement parlant ; le transport par mer consomme peu d'énergie, et des projets existent pour baisser encore ce coût. Le coût énergétique vient de leur dissémination dans l'espace européen. Là, les programmes de transformation du transport interne prennent tout leur sens.

Si l'Europe se donnait les moyens d'un tel programme, coordonné, flexible, à orientation claire et visible, elle pourrait, par cette transformation, en sortir renforcée. C'est un défi de très longue haleine, de l'ordre d'une trentaine d'années. L'Europe a les moyens financiers et scientifiques, les hommes et femmes de qualité capables de relever le défi, la culture démocratique. Atteindre cet objectif global, c'est redonner à l'Europe son indépendance énergétique. L'Europe ne sera plus importatrice nette d'énergie fossile. Elle pourra compter davantage sur ses propres ressources, matérielles, intellectuelles, morales. Elle libérera de l'énergie pour les pays à développement intermédiaire, tout en leur offrant d'expérimenter un nouveau mode de relation à l'énergie, au niveau social, culturel, technologique. Elle bénéficiera d'une nouvelle industrie et de nouveaux savoir-faire exportables. Elle se construira sur la base des défis communs à tous les Européens.

Cependant, il faut aussi un discours vrai sur les conséquences des choix. On ne peut pas à la fois provoquer une transformation globale technologique et refuser d'affronter les problèmes sociaux correspondants.

## VI

### **Les cinq grandes orientations**

*Où le programme de transition énergétique est décrit en cinq grandes orientations demandant des coordinations, tant au niveau technologique que dans la relation avec la société civile, et des modifications de nos représentations collectives.*

Aucun des projets présentés ici n'est nouveau par lui-même. Ce qui devrait l'être, c'est le positionnement de chaque projet dans une vision d'ensemble qui est davantage une direction qu'un objectif technologique précis. Ce positionnement permettrait de traduire en représentation accessible aux citoyens l'enjeu qu'il représente. Il justifierait les efforts collectifs demandés et la mise en œuvre des moyens adaptés. Une vision globale dont l'orientation serait porteuse de sens, appuyée sur une communication pertinente, unifierait une multitude de projets séparés, auxquels seraient ajoutés des projets complémentaires. Cette organisation fondée sur des enjeux devrait conduire à mettre en œuvre de nouveaux programmes ou à compléter des programmes insuffisants. On voit bien un changement profond en France depuis cinq à dix ans. Maintenant il ne reste plus que l'apprentissage de la mise en œuvre, ce qui n'est pas rien...

La transition est une nécessité incontournable. On ne peut la confier ni à la myopie des marchés, ni à une approche englobante idéologique et déroulée mécaniquement. La gestion

de la propriété industrielle deviendra essentielle, dans le respect du droit international. Quel que soit celui qui aurait déposé un brevet européen concernant un outil améliorant la production, le stockage, le transport, l'économie d'énergie, la production d'énergie, la protection de l'environnement, des règles devraient être définies combinant à la fois la licence obligatoire à toutes les entreprises européennes concernées et le maintien d'un avantage concurrentiel, comme ont su le faire les Japonais dans les domaines où ils sont devenus un pôle d'excellence planétaire. Même si cela paraît iconoclaste, pourquoi ne pas envisager, dans certains cas, l'achat d'un ou de plusieurs brevets par une instance nationale ou européenne, voire mondiale, pour en permettre la diffusion immédiate ? Les droits de préemption et l'expropriation existent bien dans l'immobilier, pourquoi pas dans la propriété industrielle ? Cela a déjà eu lieu, au sortir de la Première Guerre mondiale, dans des conditions, il est vrai, désavantageuses pour les propriétaires (aspirine, production de nitrates...). Le plus important est qu'un juste prix négocié reste source d'encouragement pour les inventeurs et ceux qui les ont financés. Un exemple parlant : pour des raisons liées à l'histoire et au mode d'existence de l'agriculture, on ne peut choisir les mêmes types de méthaneurs en France et en Allemagne. Pourquoi ne pas favoriser ou susciter une entreprise française, en partenariat avec les Allemands ?

Dans une vision globale sur près de trente ans, on pourrait définir cinq grandes orientations que nous détaillons ci-après.

### *1 – Baisser la demande immédiate en énergie*

L'objectif est d'accentuer une tendance qui consiste à baisser la demande d'énergie, en ne diminuant pas les activités nécessaires. Une diminution voisine de 50 % est à notre portée,

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

géothermie à grande profondeur pose certes des problèmes technologiques, mais davantage un problème de modèle économique. La technologie semble tenue par des industries de type pétrolier, mais le modèle économique est totalement différent. Dans ce cas, le rôle de l'État (choix politiques) sera décisif.

Le développement de l'éolien pose un problème d'impact en termes de demande de surface et de visibilité. La région Île-de-France, densément peuplée, n'arrive pas à assurer un développement de l'éolien, alors qu'avoir de l'énergie à proximité pourrait être avantageux. C'est un problème technologique, car pour motiver les habitants, il faudrait qu'ils en profitent directement, et donc que l'énergie soit stockable. C'est aussi un problème de déficit démocratique d'une région riche qui préfère que son énergie vienne d'ailleurs (syndromes NIMBY, NIMTO, BANANA).

On peut simplifier la description de la biomasse végétale selon ses cinq principaux composants biochimiques : la lignine (le bois, la paille), la cellulose et l'hémicellulose (paille et autres parties du végétal, hors organes de stockage), l'amidon (et autres glucides équivalents surtout dans les graines), les lipides (surtout dans les graines des oléagineux), les protéines (surtout dans les graines, mais parfois dans les feuilles, selon l'espèce). Chaque type de composant demande des procédés différents pour en permettre l'utilisation. De manière générale et simplifiée, la biomasse pourrait être utilisable pour toutes les applications des énergies fossiles à base de carbone, qu'il s'agisse de combustible ou de chimie verte, cette dernière devant être privilégiée, mais représentant au maximum 20 % des disponibilités potentielles. La biomasse bactérienne serait probablement plus adaptée à une production à partir des déchets.

Permettre cette utilisation générale demande la mise en place d'un projet européen de recherche et de développement pour la production et l'utilisation de la biomasse. Chaque pays européen est dans une situation différente à cet égard, mais les problématiques scientifiques, technologiques, industrielles, sociales, organisationnelles, culturelles sont similaires, et il faut rester vigilant à conserver des territoires suffisamment grands avec une HANPP inférieure à 50 %, ou l'associer à une « intensification écologique » (M. Griffon). Vouloir à tout prix convertir la forêt française à la production de chaleur ou à la cogénération est certes une possibilité, mais restons vigilants sur la pression exercée, destructrice de biodiversité, et adaptons ces choix à l'organisation des villes.

Le potentiel de production de biomasse européen est considérable. En estimant que seulement 6 % de la surface européenne y serait affectée, il pourrait couvrir à lui seul une bonne part de la demande en transport, **une fois que les orientations 1 et 2 ont atteint leurs objectifs**, même si les transports ne sont pas le seul but d'un tel programme. Cependant, c'est un projet lourd et complexe qui demande à la fois des travaux de recherche fondamentale, beaucoup de recherche technologique, une longue transformation sociale, sociétale et culturelle. Même si on peut concevoir, à terme, des améliorations des rendements de production, il reste que les surfaces nécessaires, sur la base des besoins et des technologies d'aujourd'hui, sont trop importantes.

Le but concerne les composts, la « chimie verte » (synthons, ingrédients...), les matériaux, les carburants. Les transformations demandent de coordonner des savoirs de nombreuses origines. Savoir décomposer chaque type de composants et les adapter à différentes cibles en termes d'application. Augmenter la part de la production agricole, que

ce soit sous forme de sylviculture, de récolte de produits issus de plantes annuelles, à destination non alimentaire, en choisissant les espèces les mieux adaptées à chaque type d'objectif, et en mettant en œuvre toutes les améliorations nécessaires par sélection classique et/ou par biotechnologie. On peut même concevoir des productions de biomasse en bord de mer, dans des eaux saumâtres, à partir de micro-algues poussant seules dans un tel environnement. La production de biomasse étant très dispersée, il apparaît à nouveau que l'amélioration de l'efficacité énergétique, à elle seule, amplifiera son intérêt.

Le choix aux conséquences les plus lourdes sur toute la société serait de diminuer la surface agricole à destination de l'alimentation classique, en diminuant la consommation de protéines et de lipides d'origine animale (diminuer d'un tiers ces dernières ne peut pas avoir de conséquence négative nutritionnellement parlant). La viande deviendrait une source alimentaire de luxe ou festive. Cela conduit à des choix scientifiques et technologiques nouveaux. Par sélection classique et/ou par génie génétique, la production de protéines végétales et de lipides poly-insaturés nutritionnellement adaptés aux besoins des populations européennes pourrait devenir un programme à part entière. Utiliser et améliorer la fixation de l'azote par les légumineuses, choisir des espèces riches en acides gras oméga 3 et 6 (algues ?), développer des méthodes agricoles minimisant les intrants énergétiques tout en conservant des rendements suffisants. Élargir le nombre d'espèces cultivées. Mettre en œuvre de nouveaux procédés de transformation permettant d'utiliser au mieux les productions agricoles en industrie alimentaire dans le but de remplacer une part de la consommation de produits carnés par des produits végétaux nouveaux, transformés et appréciés gustativement par le consommateur et adaptés sur le plan nutritionnel. Une solution

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

repenser le transport et les habitations, définir un développement durable... Mais rien ne garantit que nous ayons acquis plus de sagesse... Quant aux capitaux nécessaires disponibles, ne nous leurrions pas, l'Europe et l'Amérique seront, à ce moment-là, loin derrière l'Asie.

### *Priorités*

Le paradoxe, dans ce vaste projet, c'est que tout est prioritaire, ce qui ne signifie pas qu'il faille faire tout à la fois, et surtout à la même vitesse ou à la même intensité. Nous avons vu que la recherche sur les matériaux est prioritaire, car elle concerne autant le stockage de l'énergie, l'optimisation de son utilisation, la fabrication de matériaux légers et résistants, la fabrication de composants recyclables. Le développement applicatif, même s'il peut donner des directions, entre autres sur les contraintes, ne sera optimal qu'après les résultats sur les matériaux. Il y a donc une interaction entre matériaux et applications. Les quatre grandes orientations technologiques sont à mener parallèlement, mais l'intensité de chaque action va dépendre du problème à résoudre. Le dosage de chaque intensité d'effort est donc le résultat d'une expertise complexe et devra être modifié en fonction des résultats. Les priorités d'orientation, elles, sont issues de décisions politiques. Sont prioritaires tout ce qui permet des gains immédiats conséquents en rapport avec l'effort, et tout ce dont le développement complet demandera du temps, car cela signifie commencer très vite pour arriver à temps, même si l'intensité des efforts peut être limitée.

La complexité d'un tel programme collectif provient des interactions incessantes entre recherche et développement. Il convient de prévoir des budgets cumulés supérieurs à ce qui est

fourni par les experts. L'expérience montre que les oublis ou les paris conduisent à réduire l'estimation des coûts, résultat de la tentation inévitable du chercheur/développeur/innovateur d'obtenir du crédit. Les temps sont toujours supérieurs à ce qu'il imagine. Les difficultés ne peuvent jamais être toutes connues. L'essentiel, c'est le délai, sachant que pour les actions à court terme l'intensité de l'effort est le facteur limitant, alors que pour les actions dans la durée, c'est la constance de l'effort qui est le facteur limitant. Il faudrait prévoir des budgets pour gérer l'aléatoire. Une volonté trop centralisatrice ne peut qu'inhiber les propositions. Le budget dépendant de ce qui apparaîtra, planifier l'imprévisible est une gageure. Il faudrait accepter de savoir le laisser apparaître et le soutenir lorsqu'il s'avère être une des multiples solutions au problème. Cela relève davantage de l'ouverture psychologique et de l'adaptation que de la planification sur cinq ou vingt ans, à moins de prévoir des budgets globaux suffisants. Cela demande des capacités nouvelles de réactions rapides.

Rêver que nous résoudrons tout avec 1 ou 3 % de PIB, c'est faire des calculs indépendamment de règles d'expérience en recherche et développement. Dans le monde technologique, les fameuses lois de Murphy sont bien connues. Le coût final d'un projet est d'autant plus élevé par rapport à l'enveloppe initiale qu'il est ambitieux, c'est-à-dire qu'il comporte des inconnues scientifiques et des embûches technologiques nombreuses. On peut parier, sans prendre beaucoup de risque, qu'il coûtera de l'ordre du double de la somme des différentes parties telles qu'estimées par les experts de chaque domaine. Le chercheur-développeur-innovateur sous-estime d'autant la difficulté qu'elle est plus grande. Personne ne démarre et ne prend la responsabilité d'un projet très ambitieux sans en sous-estimer la complexité. Sinon, il n'arriverait pas à mobiliser l'énergie

intérieure dont il aura besoin. Les écueils sont stimulants, mais au-delà d'un certain niveau, la perception qu'on en a est décourageante. On ne peut pas dire que celui qui innove est stimulé par l'adversité, il la sous-estime, d'autant plus que la mission prend des allures de « mission impossible ».

La ténacité et le refus du découragement sont plus importants que la bonne estimation des budgets qu'il est préférable de surestimer. Aussi est-il important de valoriser les succès et non pas de s'appesantir sur les échecs ou les erreurs. Même si la réflexion avant l'action est absolument indispensable, la correction permanente des erreurs inévitables devra être incorporée dans l'organisation elle-même.

On peut compter sur le dynamisme des entreprises aussitôt que les conditions fiscales et réglementaires sont établies. Mais c'est à la fonction politique de définir les conditions favorisant l'orientation des entreprises dans la bonne direction, à tous les niveaux, de l'Europe à la commune. La priorité des priorités, c'est la mobilisation collective dans la durée... On pourrait parler de « mobilisation générale », car la menace est forte, durable. Elle concerne notre survie. Dans cette optique, la participation de seniors prend une dimension nouvelle. Nous pourrions bénéficier du trop fameux vieillissement de la population européenne. Des projets qui demandent dix ou quinze ans d'investissement focalisé ne peuvent être réalisés que par des acteurs ou chercheurs jeunes. Les seniors sont plus aptes à établir des relations transversales, à positionner les sujets en perspective, à définir les choix stratégiques, à s'investir dans des problématiques sociétales dont les enjeux sont d'ordre politique dans son sens le plus large. Chaque âge de la vie apporte des aptitudes spécifiques qu'il serait judicieux de savoir utiliser au mieux.

Le sujet de ce chapitre ne concerne pas les choix techniques

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

situation de crise. D'une part, sans crise, nous n'entreprendrons pas les transformations nécessaires ; d'autre part, la transition elle-même crée une situation de crise. On ne peut pas demander à la fois autolimitation et maintien des revenus : si nous ralentissons nos dépenses, nous diminuons la demande et les entreprises s'adapteront comme elles savent le faire : par les licenciements. Ce n'est pas en relançant la consommation qu'on réussira la transition énergétique, mais en augmentant les investissements en R et D, en formation, et selon les programmes décrits précédemment. Il en résultera un changement dans les activités et les équipements industriels. Certaines activités seront condamnées à la récession, d'autres à la transformation, d'autres à l'expansion. Mais le poids des inerties est tel qu'il sera difficile d'éviter une crise économique et sociale. Sans investissements, mais aussi sans protection sociale, la transition n'aura pas lieu sereinement. Malheureusement, cet effort devra être fourni en situation de manque d'argent. Dans ce contexte, vouloir baisser les prélèvements obligatoires est irréaliste ; c'est leur équité qui est importante.

### *Financement du programme par une fiscalité adaptée*

Le coût élevé de cette transition, en termes d'investissements matériels et immatériels, a des implications fiscales. On peut envisager une transformation de la fiscalité en deux temps. D'abord selon un processus d'enclenchement qui prépare les esprits aux nouvelles approches, ensuite selon une transformation profonde des relations entre capital, travail, énergie et environnement. Il serait préférable d'éviter les seules solutions *ad hoc* à chaque problème spécifique et raisonner sur plusieurs décennies, car la situation se prolongera et les raretés

porteront sur les ressources naturelles.

Le financement de la transition pourrait provenir d'une fiscalité débattue au niveau européen : la *Taxe de transition énergétique* (TTE). Elle serait fondée sur la consommation d'énergie – directe ou indirecte –, selon une logique de paiement à chaque étape commerciale et récupérable par les entreprises, selon le même principe que pour la TVA. Ce serait une Taxe sur l'énergie utilisée (TEU). Il faudrait en définir les différents taux en distinguant des consommations d'énergie nécessaires de celles qui le sont moins. Par exemple, des taux différents sur une résidence secondaire ou un logement principal, selon l'énergie consommée par mètre carré ; sur une deuxième, voire une troisième voiture pour un même foyer, en fonction de sa consommation ; pour des produits de première nécessité ou de luxe... La TTE serait définie à partir de la quantité d'énergie contenue dans un bien, et/ou utilisée pour la production du bien, que ce soit le kilo d'équivalent pétrole ou le KiloWattHeure. Elle pourrait être adaptée (c'est-à-dire à taux variable), selon l'utilisation, les conditions d'utilisation, le lieu d'habitation... Cet impôt aurait un effet négatif sur la consommation d'énergie et son montant serait affecté aux projets nécessaires à la maîtrise de la transition énergétique. Il pourrait être annuel (voiture, maison...) ou payé en une fois lors de l'achat. L'énergie pure (essence, électricité...) pourrait avoir des taux spécifiques en remplacement de la TIPP.

Cet impôt devrait s'accroître dans le temps, selon des décisions politiques. On peut imaginer des scénarios plus ou moins serrés, exponentiels ou linéaires, avec des possibilités de modulation et d'accentuation, qui seraient débattus et décidés au moins deux ans à l'avance pour qu'industriels et consommateurs puissent anticiper. Par exemple, l'année de sa mise en place, pour une gamme donnée de produits, il serait de cinquante

centimes d'euro par kilo équivalent pétrole d'énergie utilisée (pétrole, gaz, charbon, nucléaire, éolien...), la deuxième année de soixante-quinze, la troisième d'un euro... Les recettes fiscales correspondantes seraient affectées au financement des travaux de recherche et développement conformément aux grandes orientations des programmes de la transition.

Ce pilotage tiendrait compte des effets des choix politiques, tout en maintenant une vision à long terme. Il obéirait aussi au principe de la nécessaire modification d'une politique qui réussit. Car si elle réussit, elle modifie les conditions de son action, et ceci conduit à réadapter les actions à entreprendre afin d'éviter les effets pervers conséquents à l'adaptation stratégique des acteurs économiques. Une action politique fine exige donc des indicateurs permanents des effets de ses décisions. C'est une politique systémique.

Une TTE globale énergétique, applicable à l'ensemble des énergies, paraît plus judicieuse, dans la durée, qu'une relation spécifique à la production de CO<sub>2</sub> – même si les taux peuvent en tenir compte –, car les différentes formes d'énergie sont, dans la durée, partiellement substituables. Une voiture consommant davantage d'essence est aussi une voiture produisant plus de CO<sub>2</sub> (sauf triche). Pour l'usage d'un agro-carburant, le calcul du CO<sub>2</sub> devient plus complexe. Et pour bâtir une centrale nucléaire ou maintenir le réseau électrique ? Une responsabilisation vis-à-vis de la consommation d'énergie est à la fois plus simple, plus compréhensible, plus contrôlable, et aussi efficace en termes d'émission de CO<sub>2</sub>. Le problème n'est pas que celui du changement climatique. Une voiture électrique consomme des terres rares, etc. Il est important d'envisager une approche globale et mieux adaptée à l'ensemble des situations actuelles et à venir.

Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

est capable de s'adapter, et souvent les salariés sont sa variable d'ajustement, peut-elle proposer un choix politique ? Les entreprises seront réellement efficaces lorsque des débats entre elles, le politique, les associations de citoyens auront permis de dégager des orientations et de mettre en œuvre des réglementations stables sur des objectifs durables. S'il devient facile d'obtenir un prêt long à bas taux pour un programme économisant l'énergie, quelle entreprise ne l'analyserait pas attentivement ?

Nous avons besoin de l'aide de ceux qui s'investissent pour que, grâce à l'échange collectif, émergent des solutions à chaque fois originales et émancipatrices. C'est pourquoi, nous autres, acteurs scientifiques, techniques et économiques, nous avons besoin de l'aide des sciences humaines, sociales, voire politiques, pour redonner un sens à nos actions dominées par un savoir trop mécanique. Nous avons aussi besoin des philosophes pour nous aider à penser notre monde, à élaborer notre propre représentation de la situation actuelle. La multiplicité des actions contradictoires proposées par les différents auteurs suggère qu'il existe bien plus de solutions possibles que celles qu'ils préconisent, même si les grands axes sont identifiables.

Quelle que soit la technologie, les scientifiques ou ingénieurs parlent souvent de leurs projets dans des termes passionnés et passionnants, même s'il existe une attitude scientifique qui consiste à exposer un résultat selon des termes neutres et objectivants. Il n'y a pas de doute que de nombreuses découvertes et innovations vont jalonner les trente prochaines années. Seront-elles suffisantes ? Irons-nous dans la bonne direction ? Le sceptique a le droit de douter que cela puisse suffire. Il se base sur les trente dernières années d'innovations qui ont conduit d'un côté à baisser la consommation toutes choses égales par ailleurs, et de l'autre à augmenter des

consommations globales associées à un accroissement de nombreux risques. L'utilisation à grande échelle d'innovations favorables peut conduire à des effets contraires sur l'environnement. De plus, les exigences environnementales sont parfois comprises par les innovateurs comme des contraintes artificielles.

L'ampleur des menaces, y compris celle de l'autolimitation, conduit à agir à tous les niveaux, dans une approche constructive du principe de précaution. Celle-ci pourrait se conclure par un prix accru des logements, des automobiles, des réfrigérateurs, des ampoules, de l'alimentation... mais sans que ce soit de l'inflation, parce que tous ces biens seront nouveaux, et surtout parce que parallèlement au calcul classique qui mène au PIB, un autre calcul donnera le PEB. Cela entraînera une autolimitation collective de certaines consommations. Il nous faudra donc revisiter le concept de gaspillage. Qu'est-ce que gaspiller ? Pourquoi, chaque fois qu'un progrès est obtenu en efficacité énergétique, l'effet est un accroissement de consommation ? Si la réponse est bien dans des taxes de plus en plus lourdes sur l'énergie, il convient aussi de débattre de l'autolimitation. Sur ce débat, ce ne sont pas les experts qui nous aideront.

Les choix qu'il faudrait prendre ne sont pas de nature technologique, même si la technologie a son mot à dire, ni de nature strictement économique dans son sens classique, puisqu'il faudrait revoir certains concepts fondant l'économie et la façon de calculer. Ce sont des choix sociétaux, en consonance avec notre représentation de l'homme dans la nature, c'est-à-dire, en dernier recours, des choix philosophiques. C'est là-dessus que nous devrions nous mettre d'accord, en même temps que nous avancerions dans le développement de ce vaste chantier.



Ces pages ne sont pas disponibles à la pré-visualisation.

La nature rend au centuple de nos efforts  
Le divertissement est sans incidence sur l'environnement  
Toutes les villes sont également polluantes  
L'éthique est individuelle  
Les acquis sont inamovibles  
La vieillesse est non inventive

### III - Les limites physiques

L'espace. La limite démographique  
L'énergie  
L'eau  
Les matériaux  
La production agricole  
Le climat  
La biodiversité

### IV - Les insuffisances refusées

Des inconnues scientifiques  
Un retard technologique  
Un style de vie devenu inadapté  
Une accumulation matérielle démesurée  
Des inégalités sociales  
Des idées reçues tenaces  
Un déficit démocratique

## **Deuxième Partie**

# **LE TEMPS DE LA TRANSFORMATION PEUT-IL ADVENIR ?**

## V - Plaidoyer pour un programme européen

Innover est propre à l'espèce humaine

Nécessité d'innover davantage

Pour un programme de transition énergétique européen

Comment mobiliser les Européens

## VI - Les cinq grandes orientations

1 – Baisser la demande immédiate en énergie

2 – Nouveaux procédés pour l'efficacité énergétique

3 – Production d'énergie alternative

4 – Faire évoluer nos représentations collectives

5 – Le nucléaire. De la fission à la fusion

Priorités

## VII - L'économie de la transition énergétique

Dérégulation et déréglementation, un modèle anti-vie

Le PIB est une mesure inadaptée à la situation

Des investissements de « bon père de famille »

Innover en finances et analyse économique

Financement du programme par une fiscalité adaptée

## VIII - La nécessité des débats démocratiques

Participation du plus grand nombre

Transferts de technologies

Comment faire débattre les experts entre eux et avec la

société civile

Conclusion

*Bibliographie*

Achevé d'imprimer par XXXXXX,  
en XXXXX 2016  
N° d'imprimeur :

Dépôt légal : XXXXXXXX 2016

*Imprimé en France*