



INSTITUTE FOR
SCIENCE, INNOVATION
AND SOCIETY
UNIVERSITY OF OXFORD

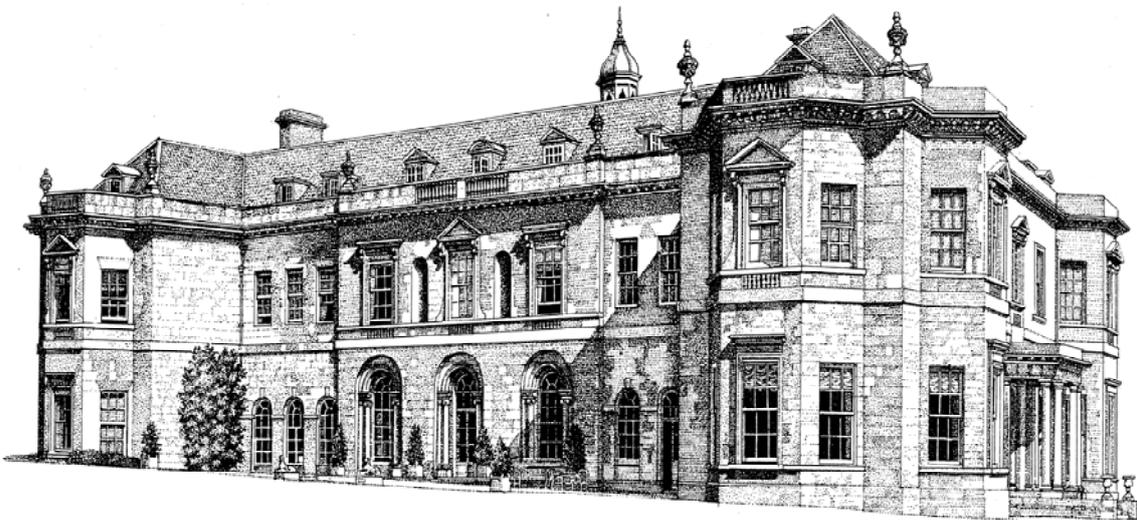


MacKinder
programme

for the Study of Long Wave Events

Communication de Hartwell

Une nouvelle orientation pour la politique climatique après l'échec
de 2009



*Hartwell House, Buckinghamshire: demeure où s'est tenue la réunion des rédacteurs de la présente communication
du 2 au 4 février 2010.*

Mai 2010

Rédacteurs

Professeur Gwyn Prins, Mackinder Programme for the Study of Long Wave Events, London School of Economics & Political Science, Angleterre

Isabel Galiana, Département d'économie & GEC3 (Centre sur les changement climatiques et environnementaux à l'échelle du globe), Université McGill, Canada

Professeur Christopher Green, Département d'économie, Université McGill, Canada

Dr Reiner Grundmann, School of Languages & Social Science, Université d'Aston, Angleterre

Professeur Mike Hulme, School of Environmental Sciences, Université d'East Anglia, Angleterre

Professeur Atte Korhola, Département des sciences de l'environnement, Division du changement climatique et de la politique environnementale, Université d'Helsinki, Finlande

Professeur Frank Laird, Josef Korbel School of International Studies, Université de Denver, États-Unis

Ted Nordhaus, The Breakthrough Institute, Oakland, Californie, États-Unis

Professeur Roger Pielke Jr, Center for Science and Technology Policy Research, Université du Colorado, États-Unis

Professeur Steve Rayner, Institute for Science, Technology and Society, University d'Oxford, Angleterre

Professeur Daniel Sarewitz, Consortium for Science, Policy and Outcomes, Université de l'État d'Arizona, États-Unis

Michael Shellenberger, The Breakthrough Institute, Oakland, Californie, États-Unis

Professeur Nico Stehr, Chaire Karl Mannheim des études culturelles de l'Université Zeppelin, Allemagne

Hiroyuki Tezuka, Directeur général du Groupe d'action contre le changement climatique, JFE Steel Corporation (au nom de la Fédération japonaise du fer et de l'acier), Japon

Table des matières

Préface	4
Synthèse	6
Chapitre I: Les fondements de la Communication	8
Chapitre II: Un changement radical de perspective	12
A: Nos trois objectifs fondamentaux	14
1) <i>Garantir l'accès à l'énergie pour tous</i>	14
2) <i>Garantir des environnements viables protégés des contraintes qui leur seraient préjudiciables</i>	15
3) <i>Garantir que les sociétés peuvent s'adapter au changement climatique</i>	16
B: Méconnaissance du changement climatique entre 1985 et 2009 et ses conséquences	17
C: Incompréhension de la nature des géosciences	19
Chapitre III: En finir définitivement avec la logique "business as usual" dans la politique climatique	22
A: Faire revenir les agents polluants non générateurs de CO₂ sur le devant de la scène.	24
B: S'assurer que le mieux n'est pas l'ennemi du bien dans un monde complexe	27
1) <i>Les prérequis politiques des stratégies d'amélioration de l'efficacité énergétique</i>	27
L'industrie sidérurgique - Potentiel et limites d'une approche sectorielle privilégiant l'efficacité énergétique (Étude de cas)	28
2) <i>Nécessité d'une décarbonisation accélérée de l'approvisionnement énergétique</i>	30
C: Quel financement: le cas d'une taxe carbone dédiée	36
CONCLUSION	40

Préface

Cette communication est le fruit d'une réunion organisée par la London School of Economics (LSE) à Hartwell House en février 2010 afin d'examiner les perspectives de la politique climatique après les événements de la fin 2009.

Organisée sous l'égide de Chatham House, cette manifestation privée a réuni des universitaires et des personnalités du monde scientifique et des sciences sociales, originaires de plusieurs pays. La *Communication de Hartwell*, qui en est issue, est le troisième document d'une série publiée dans le cadre d'une collaboration entre Londres et Oxford. Cette série s'est ouverte en 2007 sur un essai que j'ai coécrit avec le professeur Steve Rayner sous le titre *The Wrong Trousers: Radically Rethinking Climate Policy* (Un mauvais pantalon: repenser radicalement la politique climatique), et que nous avons publié, accompagné d'une synthèse de nos principaux arguments dans la revue *Nature* (*Time to ditch Kyoto*, 449, 25 octobre 2007). Ce document a été suivi en juillet 2009 par l'article *How to get climate policy back on course* (Comment remettre la politique climatique sur les rails), élaboré par un large cercle de rédacteurs. Celui-ci s'est ensuite élargi pour accueillir de nouveaux membres, avec lesquels nous avons rédigé la présente Communication.

Le Mackinder Programme, qui fait partie de la LSE, a pour vocation d'analyser la dynamique profonde des événements qui, à l'instar de l'activité volcanique, peut se traduire par de soudaines éruptions. Mais son champ d'études ne s'arrête pas au nuage de cendre et de fumée, il touche aux forces telluriques qui sous-tendent les questions de géopolitiques, y compris dans leurs dimensions culturelles. C'est ainsi que la réunion de Hartwell s'est donné comme objectif d'analyser les effets à long terme de la crise qui a frappé la politique climatique mondiale à l'hiver 2009-2010, et ce, dans tous ses aspects. L'échec de la diplomatie climatique est loin d'être une surprise, nous avons été nombreux à le prévoir, mais certains aspects étaient plus inattendus. C'est pourquoi nous nous sommes réunis en février 2010 afin de confronter nos points de vue sur cet échec et sur les raisons qui l'ont provoqué. Mais tant dans nos débats que dans cette communication, nous avons surtout voulu nous tourner vers l'avenir et présenter des mesures concrètes.

La London School of Economics tient à remercier la Fédération Japonaise des Industries de Fer et d'Acier ainsi que la Fédération Japonaise des Constructeurs d'Automobiles, la Fondation Nathan Cummings (NCF, New York) et la Fondation Hoffmann (Genève) qui, par leur soutien financier, ont permis la tenue de cette réunion et la réalisation du projet. Nous sommes particulièrement redevables à Peter Teague, directeur de programme à la NCF, pour son aide et ses conseils nous ont été précieux. Il est à préciser que les donateurs ne partagent pas nécessairement les opinions exprimées dans le présent document. En tant que coordinateur, je tiens à exprimer ma reconnaissance à mes collègues du Research Project & Development Division et de l'Office of Development & Alumni Relations à la LSE dont la diligence et l'efficacité ont été d'une aide précieuse pour la réalisation et la gestion du projet.

Je souhaite également remercier chaleureusement ma collègue Johanna Möhring, chercheur associé au Mackinder Programme, et Dalibor Roháč, titulaire d'une bourse Weidenfeld à l'Université d'Oxford, pour leur aide dans l'organisation de la réunion. Je remercie Michael Denton et tout le personnel de Hartwell House de nous avoir reçus dans un cadre si paisible et d'avoir assuré une gestion parfaite du service de

visioconférence, ce qui nous a permis d'associer à nos discussions les collègues indiens et chinois qui ne pouvaient être présents physiquement. Enfin, je remercie tous les rédacteurs de ce document pour leur engagement collectif et résolu.

G. Prins
London School of Economics
Londres
Avril 2010

Synthèse

La politique climatique adoptée depuis quinze ans par de nombreux gouvernements dans la logique du protocole de Kyoto n'est pas parvenue à réduire de façon significative les émissions de gaz à effet de serre. Cela s'explique notamment par le fait que le modèle proposé par la convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC) et le protocole de Kyoto entre 1985 et 2009 était faussé à la base, et donc voué à l'échec, car il envisageait la nature du changement climatique sous un angle erroné. L'approche qui prévaut aujourd'hui a cependant bénéficié d'un formidable élan en raison d'un investissement politique majeur. Quoi qu'il en soit, la politique climatique ne peut continuer à suivre le modèle CCNUCC/Kyoto, celui-ci ayant montré ses limites à la fin de l'année 2009. La communication de Hartwell définit et réexamine ce contexte mais poursuit, au-delà de cela, un objectif plus ambitieux.

L'échec de 2009 est une fantastique opportunité pour élaborer une politique climatique enfin efficace. L'objectif principal de la communication est d'expliquer pourquoi et de progresser dans cette direction. Il faut pour cela comprendre et accepter une surprenante proposition. Il est devenu évident que la réduction des émissions de gaz à effet de serre ne peut pas être l'unique objectif de la politique climatique. Bien d'autres raisons plaident cependant en faveur d'une décarbonisation de l'économie mondiale. La communication appelle donc à redéfinir, voire à inverser l'approche adoptée jusqu'à présent, et à accepter le fait qu'on ne pourra réussir cette décarbonisation qu'en subordonnant à des objectifs concrets et politiquement séduisants.

La communication suggère d'organiser l'effort climatique autour de la promotion de la dignité humaine, et propose à cette fin de suivre trois lignes directrices: accès de tous à l'énergie, développement économique dans le respect de l'environnement, protection contre les aléas climatiques.

Elle présente des moyens pratiques et innovants de réduire, sans se focaliser sur le CO₂, les autres contraintes d'origine humaine ayant un impact sur le climat. Elle fait valoir qu'il est nécessaire d'améliorer la gestion du risque climatique indépendamment de la lutte contre les émissions de carbone. Elle analyse les prérequis politiques nécessaires à l'amélioration du rendement énergétique, et démontre comment cette première étape peut contribuer à une réduction significative des émissions. Elle souligne surtout qu'il est essentiel d'accélérer la décarbonisation de l'approvisionnement énergétique. À cette fin, il est nécessaire d'investir de façon massive dans la recherche afin de développer de nouvelles technologies d'exploitation des sources d'énergie alternatives. L'objectif à long terme est de développer des sources d'énergie ne dégageant pas de carbone et susceptibles de rivaliser, sans subventions, avec les énergies fossiles. Elle recommande de financer ces travaux par l'intermédiaire de taxes dédiées peu élevées et ouvre le débat sur la façon d'attribuer le produit de ces taxes de façon avantageuse.

Le projet d'articuler la problématique climatique autour de la dignité humaine est certes louable, mais il est aussi nécessaire. Cette approche serait en outre certainement plus payante que la culpabilisation actuelle, qui a fait la preuve de son inefficacité.

Si la communication Hartwell rencontre un écho, la crise de la fin 2009 n'aura pas été vaine.

Chapitre I: Les fondements de la Communication

Qui aurait pu imaginer, il y a à seulement un an, le désarroi dans lequel se trouverait la politique climatique au printemps 2010. Deux caps ont été franchis à la fin de l'année 2009, l'un politique, l'autre scientifique. Les projections et hypothèses, sur lesquelles s'étaient jusqu'ici fondés les principaux États membres de l'OCDE pour faire de la politique climatique une cause commune à l'ensemble de la planète, se sont effondrées. L'approche adoptée depuis plus de dix ans est obsolète et la politique climatique doit désormais trouver un second souffle. Cette situation ouvre d'immenses perspectives à la définition d'une démarche enfin efficace. Le principal objectif de cette communication est d'expliquer comment y parvenir en exploitant cette opportunité.

Le premier cap relève de la diplomatie internationale. Il a été franchi le 18 décembre 2009, jour où la Conférence de Copenhague s'est achevée dans la confusion et les divergences. Alors que Copenhague n'a réussi à dégager qu'un accord limité, et a échoué à définir des objectifs clairs, le principe même des grandes conférences internationales est contesté, et le rôle prépondérant de l'Europe au sein de la diplomatie climatique internationale remis en cause. La Chine, l'Inde, le Brésil et l'Afrique du Sud ont notamment pris l'initiative et exprimés des points de vue allant à l'encontre du consensus admis jusque-là¹. Yvo de Boer, le secrétaire exécutif de la CCNUCC, qui dirigeait depuis 2006 le processus de réunions en réunions de moins en moins concluantes, a récemment démissionné pour se tourner vers le secteur privé. Le deuxième cap a été franchi le 17 novembre 2009. Ce jour-là, la cote de confiance de la communauté scientifique a chuté brutalement avec le piratage et la publication de plus d'un millier de mails provenant de l'unité de recherche sur le climat de l'Université d'East Anglia². Certains de ces messages, dont l'authenticité n'a pas été remise en cause, ont pu laisser penser que des scientifiques désireux de promouvoir leurs points de vue et de discréditer ceux de leurs opposants avaient pu manipuler des données³. La méfiance suscitée par cette fuite a ensuite touché le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), présenté jusqu'alors comme irréprochable par de nombreux gouvernements désireux de donner une caution morale à leurs politiques. Dès lors, cet organisme fut lui aussi l'objet d'une vigilance accrue en raison de ses erreurs et de son manque de rigueur, qui, bien souvent préexistants, n'étaient apparus au grand jour qu'à l'occasion de son quatrième rapport d'évaluation publié en 2007. Les universités, les gouvernements et l'ONU enquêtent aujourd'hui sur certains aspects de la climatologie, et se penchent sur la démarche des experts et des technocrates. En bref, dans le domaine climatique, les institutions scientifiques et les responsables politiques ont perdu leur légitimité.

Il faut reconnaître en toute justice que la conférence de Copenhague était une mission quasi impossible. En effet, depuis la promulgation en 1997 du protocole de Kyoto, de nombreux sujets de préoccupation touchant à la politique climatique sont venus s'ajouter à ce qui était déjà un véritable fourre-tout: diminution de la biodiversité, inégalités de développement, destruction des forêts tropicales, restrictions commerciales, violation des droits des peuples indigènes, droits de propriété intellectuelle,, etc. Et cette liste ne fait que s'allonger. La conférence de Copenhague a démontré que la question climatique ne peut se régler par un multilatéralisme hypertrophié et centralisateur. Il est impossible de contrôler le phénomène du changement climatique, surtout dans son acception actuelle, par une simple politique climatique, aussi cohérente et réglementée soit-elle⁴.

En juillet 2009, plusieurs experts originaires d'Asie, d'Europe et d'Amérique du Nord, parmi lesquels certains des rédacteurs de la présente communication, ont coécrit un essai intitulé *How to get climate policy back on course* (Comment remettre la politique climatique sur les rails). Ce document explique pourquoi l'approche élaborée depuis le Sommet de la Terre (Rio, 1992), et adoptée par le protocole de Kyoto, était vouée à l'échec. Il plaide en faveur d'une approche alternative fondée sur des démarches concrètes visant à accélérer la décarbonisation de l'économie mondiale⁵. Il suggère également que la politique climatique, telle qu'elle est généralement définie aujourd'hui, souffre d'un défaut rédhibitoire.

Le problème est épistémologique. En tant que système ouvert extrêmement complexe ayant de nombreuses répercussions encore mal comprises, le climat n'offre pas d'indicateurs spontanés garantissant aux responsables politiques que les données sont suffisantes pour décider d'intervenir. De par leur nature – fragmentaire, partielle, privée, incohérente ou insuffisante –, ces données ne leur permettent pas non plus de donner des instructions précises. D'où la fréquence des échecs et des contretemps inopportuns⁶.

Aucune nouvelle action, même bonne, ne saurait être entreprise sans une redéfinition radicale de la politique climatique. Il convient donc d'adopter une perspective radicalement nouvelle, tant pour remettre la politique climatique sur les rails, que pour restaurer la confiance du public envers les organismes spécialisés.

Les universitaires, analystes et défenseurs de la maîtrise de l'énergie qui ont élaboré cette communication ont des parcours politiques et professionnels très divers. Ils sont originaires de plusieurs pays de l'OCDE (Royaume-Uni, États-Unis, Allemagne, Japon, Finlande, Canada) et membres de réseaux universitaires, scientifiques, industriels et politiques très différents. Mais tous,

nous ressentons tous la façon actuelle d'appréhender le changement climatique et la politique climatique comme extrêmement réductrice. Le modèle de Kyoto a dangereusement restreint le champ de pensée nécessaire à l'élaboration sérieuse et réaliste des politiques énergétiques et environnementales. Notre ambition est d'insuffler plus de pragmatisme au discours sur le climat. C'est à cette fin que nous nous sommes réunis à Hartwell House en février 2010. Cette communication est le fruit de nos travaux⁷.

Nous avons commencé par analyser une idée controversée mais qui semble aujourd'hui s'imposer: pour faire avancer la politique climatique il faut la redéfinir de fond en comble et ne pas se limiter à quelques points de procédure. Nous décrirons cette nouvelle façon d'appréhender le climat de façon détaillée.

Le chapitre II, partie A, présente et précise nos objectifs. Le chapitre II, partie B, retrace l'évolution de la politique climatique de 1985 à 2009. La politique climatique a démarré modestement dans les années 1980, à partir d'hypothèses sur le réchauffement présentées aux responsables politiques. Elle s'est ensuite développée de façon exubérante et a suscité toutes sortes de travaux économiques, théologiques, militants ou politiques basés sur les différents aspects du problème⁸. Dans le chapitre II, partie C, nous expliquons pourquoi il est vain d'espérer que la science soit capable de nous dicter une conduite à tenir. Nous présentons donc un moyen modeste et concret de penser la science en relation avec l'environnement et ancrerons nos propositions d'action dans les trois dimensions de cette redéfinition radicale.

Le chapitre III, qui clôture cette communication, actualise et détaille les éléments que nous considérons comme essentiels à la progression de la politique climatique à partir de 2010. Nous sommes conscients de l'extrême complexité des systèmes examinés et nous en expliquons la nature spécifique dans le chapitre II, partie C. Notre stratégie et la procédure que nous proposons tiennent compte de cette complexité. Ainsi, dans le chapitre III, nous partons d'actions concrètes relativement faciles à mettre en œuvre et produisant des résultats rapides, pour aboutir à des solutions plus élaborées et à long terme. Dans cette communication, nous débattons aussi de l'adaptation, mais sans nous étendre sur le sujet.

La politique climatique s'est jusqu'ici focalisée sur les émissions de CO₂, en négligeant presque totalement les facteurs humains ayant un impact autre sur le climat. Bien que compréhensible, cette approche nous semble avoir été choisie de façon inconsidérée pour des raisons politiques⁹. Certains éléments laissent penser qu'il serait plus efficace d'exercer une action précoce sur un éventail plus large de facteurs. C'est ce que nous nous efforcerons de démontrer dans le chapitre III, partie A. Dans le chapitre III, partie B, nous présentons le renforcement de l'efficacité énergétique comme un moyen d'accélérer la décarbonisation de l'économie mondiale. Ce renforcement est souhaitable pour de nombreuses raisons, mais il n'a qu'une action à court

terme sur les émissions, et son potentiel est limité au regard de la croissance économique mondiale. Il a, en revanche, une certaine influence politique car il représente le progrès, et sans influence politique, tous nos efforts resteront lettre morte. Nous illustrerons ce qui peut être réalisé dans le cadre de bonnes pratiques par une étude de cas. La troisième étape dans le cadre d'une décarbonisation accélérée de l'économie mondiale est la plus indispensable mais aussi la plus ardue: nous présentons dans le Chapitre III, partie B, ce que nous avons appelé dans notre précédent article l'approche directe de Kaya pour une décarbonisation accélérée. Notre intention n'est bien sûr pas de proposer un régime de gouvernance exhaustif et grandiose pour remplacer celui qui a échoué. Nous sommes conscients que dans un monde aussi complexe que le nôtre, les solutions que nous proposons ne sont pas parfaites dans la réalité et peuvent même être un peu bancales. Nous le savons et nous en tenons compte dans notre approche¹⁰.

Enfin, il faut bien aborder la question de l'argent. Les propositions que nous évoquons dans le chapitre III, partie C, sur l'innovation comme moyen de parvenir à une décarbonisation accélérée, demandent que quelqu'un paie, quelque part. Comme beaucoup d'autres, nous convenons que les énormes efforts investis dans l'élaboration de réglementations complexes et imposées d'en haut (notamment l'approche régionale voire mondiale d'un marché d'émissions visant à réduire le CO₂ par une tarification), n'ont pas eu les effets escomptés. Bien que certains en aient tiré avantage de façon fâcheuse et inattendue¹¹.

Si l'on souhaite entreprendre une action à long terme, la meilleure approche n'est sans doute pas de se jeter à corps perdu dans l'action. *Lose the object and draw nigh obliquely* (Perdre son objectif de vue, et y revenir par des chemins détournés) est une phrase attribuée au grand paysagiste anglais du 18^e siècle, Lancelot "Capability" Brown¹². Brown concevait ses arrangements paysagers de façon à ce que le visiteur arrivant en vue d'une demeure puisse la contempler brièvement avant de se perdre dans des méandres parsemés de bosquets, de temples, de cascades et de ponts. Il flânait ainsi en apercevant de temps en temps son objectif, avant de se retrouver de façon soudaine devant la maison. Dans le domaine politique, cet art de la subtilité revêt une valeur manifeste, celle d'atteindre tout en douceur un objectif ambitieux. Capability Brown pourrait être une source d'inspiration utile pour les concepteurs de la politique climatique¹³. Il nous donnerait certainement comme conseil de nous approcher pas à pas de la réduction des émissions en poursuivant d'autres objectifs qui présenteraient d'autres avantages.

Dans cet article nous critiquons la façon dont le problème du CO₂ s'est retrouvé lesté de toute une série de thématiques annexes. L'approche oblique, en faveur de laquelle nous plaidons, peut ne pas apparaître très différente au premier abord, car elle adopte elle aussi de multiples perspectives. En réalité, elle l'est. Nous assistons actuellement à une mobilisation générale en faveur d'un objectif principal, qui est la décarbonisation de l'énergie, et que l'on

essaie d'atteindre par l'approche GIEC/Kyoto. Nous défendons en réalité une approche diamétralement opposée: poursuivre des objectifs multiples pour ce qu'ils sont, et en accord avec leur propre logique: la décarbonisation n'est plus un objectif absolu en soi, mais un avantage connexe obtenu grâce à ces mesures.

Le récent échec de l'assaut frontal (voie hypothétique directe entre le présent et un avenir débarrassé comme par miracle des émissions de carbone), semble indiquer que la seule façon, concrète et non plus simplement théorique, d'atteindre notre objectif est une approche globale mais indirecte, passant par la réalisation de différents objectifs offrant des avantages annexes. Comme nous l'avons déjà évoqué dans *How to get climate policy back on course*, bien que la politique de Kyoto soit restée l'approche dominante pendant de nombreuses années et qu'on y ait investi beaucoup de temps, d'effort et d'argent, elle ne semble pas avoir permis d'accélérer notablement la décarbonisation, et ce dans aucune région du globe¹⁴.

Il nous semble donc que nous devons organiser nos efforts autour de la promotion de la dignité humaine. Nous fixerons pour cela trois objectifs.

- 1) Garantir que les besoins élémentaires, notamment les besoins énergétiques, d'une population mondiale en expansion, soient satisfaits de façon adéquate. Nous entendons par "de façon adéquate" que l'énergie doit être simultanément accessible à tous, de façon sûre et peu coûteuse.
- 2) Garantir un développement qui ne ne dégrade pas l'environnement, ce qui s'est traduit ces dernières années par des préoccupations concernant l'accumulation de CO₂ dans l'atmosphère, mais ce n'est pas l'unique facteur à prendre en compte.
- 3) Garantir que nos sociétés disposent des armes nécessaires pour faire face aux aléas climatiques, quelle qu'en soit la cause.

Ces objectifs fondamentaux, destinés à lutter contre les émissions de carbone, s'articulent autour de la philosophie de Capability Brown.

Chapitre II: Un changement radical de perspective

Je me demande ce qu'il prépare...? aurait demandé avec méfiance Metternich en apprenant la mort de Talleyrand, qui s'était maintenu au pouvoir en prêtant successivement allégeance à Napoléon puis à la restauration des Bourbons.

Apocryphe ou non, cette question est celle que l'on doit se poser devant toute action ou déclaration diplomatique afin d'en découvrir la raison sous-jacente,

ou, en termes de théorie sociale, d'en vérifier et d'en identifier la perspective. Plus le sujet est sensible, plus les perspectives sont nombreuses. Mike Hulme, l'un des rédacteurs de cette communication, a déjà évoqué cette réalité il y a plus de dix ans en ce qui concerne le changement climatique et l'a définie plus en détail dans un ouvrage récent¹⁵.

À quoi doit ressembler concrètement une approche stratégique alternative répondant aux trois objectifs cités plus haut? Elle doit être *politiquement séduisante*, et donc permettre de franchir de petites étapes tout en offrant une contrepartie rapide et tangible, ce qui permet de poursuivre les efforts à plus long terme. Elle doit être *inclusive*, donc pluraliste par essence. Elle doit enfin être *résolument pragmatique*, et donc viser à produire des avancées mesurables à court et à long terme. Par la formulation de ces objectifs, nous proposons d'envisager sous une perspective radicalement différente l'impact que représente aujourd'hui l'activité humaine sur le climat et, partant, des actions de lutte contre le changement climatique.

La première étape est de *reconnaître que la politique énergétique et la politique climatique sont deux problématiques différentes*. Bien qu'intimement liées, elles ne peuvent se réduire l'une à l'autre. L'objectif principal de la politique énergétique est de garantir un approvisionnement fiable, durable et à bas coût. Elle doit également être respectueuse de la dignité humaine, et pour cela, satisfaire les besoins de développement des personnes les plus pauvres qui ne disposent pas pour l'instant d'une énergie propre, fiable et bon marché. L'une des principales raisons pour lesquelles plus de 1,5 milliard de personnes n'ont pas accès à l'électricité est tout simplement que l'énergie coûte trop cher. Si l'énergie était gratuite, il serait évidemment très facile de les approvisionner. Mais même si ces populations avaient facilement accès à l'énergie fossile (chose possible bien que discutable), leur demande ne *devrait pas* être satisfaite au prix d'une dépendance à long terme aux hydrocarbures¹⁶.

Il est donc nécessaire de développer fortement l'offre de nouvelles énergies afin de s'adapter aux prévisions de croissance, tout en améliorant de façon significative l'accès à l'énergie pour les populations démunies. La diversification de l'offre énergétique au-delà des combustibles fossiles implique nécessairement d'accélérer la décarbonisation, et est une des principales raisons pour lesquelles cette décarbonisation doit être mise en œuvre au niveau des sources d'énergie du futur.

Il nous faut ensuite dissocier les actions visant à lutter contre les facteurs d'impact à court et à long terme. Il n'y a en effet aucune raison de lier les interventions visant à réduire les émissions de méthane à celles visant à réduire les halocarbone. Les propriétés physiques et l'origine des agents polluants à court terme (carbone suie, aérosols, méthane et ozone troposphérique) sont très différentes de celles des agents à long terme (CO₂, halocarbone, protoxyde d'azote). Tout comme le sont les moyens nécessaires à mettre en œuvre pour les limiter. Nous proposons dans le chapitre III

quelques actions qui nous semblent prioritaire, et faisons valoir qu'il est nécessaire d'envisager une action précoce sur les agents polluants d'origine humaine non générateurs de CO₂ dans le cadre d'une stratégie alternative et résolument concrète.

Dans un troisième temps, nous devons profiter de l'échec du processus enclenché par la CCNUCC pour adopter un nouveau mode de pensée visant à permettre aux sociétés de mieux gérer le risque climatique. Les sociétés doivent toutes, à des degrés divers, s'adapter au climat et supporter les coûts liés aux extrêmes et aux variations (même s'ils engendrent aussi naturellement des profits). Il est donc important de faire évoluer les technologies, les institutions et les pratiques mobilisées pour gérer des coûts et dommages qui pourraient être évités, et plus encore de renforcer cette capacité d'adaptation alors que le climat et la société (et leurs risques associés) sont en train de changer. Ces initiatives et l'échange de bonnes pratiques en matière d'adaptation se justifient en dehors de tout discours sur la responsabilité humaine dans le changement climatique ou de la rapidité d'évolution des risques climatiques. L'adaptation et la décarbonisation doivent être deux dynamiques indissociables.

Il est inutile, voire néfaste de vouloir combiner ces trois objectifs stratégiques pour en faire une série de mesures interdépendantes impossible à mettre en œuvre en un méli-mélo d'objectifs et de moyens. Lorsqu'il n'est plus possible de distinguer le lien entre les objectifs et les moyens, les débats politiques dérivent très facilement sur des discussions annexes telles que par exemple la question de savoir s'il est ou non scientifiquement fondé de viser un objectif climatique limité à deux degrés, ou tout autre objectif similaire. Il est ainsi révélateur de voir comment ont dégénéré les débats à Copenhague. D'une rhétorique houleuse sur l'urgence planétaire, on est passé à la colère de nombreuses ONG et États du Sud. Le refus des pays riches d'accorder les aides financières demandées a révélé que les discours utopique sur des solutions universelles dissimulaient des intérêts et des projets divergents.

A: Nos trois objectifs fondamentaux

1) Garantir l'accès à l'énergie pour tous

Dans son prochain ouvrage, à paraître sous le titre *The Climate Fix*, Roger Pielke Jr fait valoir que pour atteindre les trois objectifs – accès à l'énergie, sécurité de l'approvisionnement et baisse des coûts –, il faut nécessairement diversifier l'approvisionnement énergétique au delà des combustibles fossiles. La diversification implique nécessairement une décarbonisation accélérée. Les perspectives de diversification seront nettement favorisées si l'on peut développer des énergies alternatives à moindre coût. Google défend cette position dans l'initiative ER<C (Des énergies renouvelables moins chères que le charbon), et Bill Gates a récemment appelé à investir massivement dans la recherche et le développement pour rendre les énergies à faibles émissions de

carbone, y compris le nucléaire, moins chères que le charbon¹⁷. Pour réaliser cet objectif, il faudra que les efforts, le temps, et l'argent investis s'élèvent au niveau de ce que les nations sont prêtes à consentir pour la santé publique ou la sécurité de leur territoire.

Pour mieux comprendre la nécessité de cette diversification, il faut la replacer dans le contexte de l'accès à l'énergie. Selon les estimations, quelque 1,5 milliard de personnes dans le monde n'auraient pas accès à l'électricité. De nombreux scénarios, présentés comme des stratégies "efficaces" de réduction du changement climatique, laissent un grand nombre de personnes littéralement dans le noir, ce que nous considérons comme inacceptable. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) par exemple, a établi en 2009 un scénario de stabilisation à 450 ppm de dioxyde de carbone dans l'atmosphère à l'horizon 2030, qui laisserait 1,3 milliard de personnes sans accès à l'électricité. Ce type de scénarios conforte les pays très peuplés, mais pauvres en ressources énergétiques, dans l'idée que les pays riches privilégient la limitation des émissions sur le développement économique du reste du monde. L'Inde a ainsi clairement déclaré qu'elle ne soutiendrait pas une stratégie climatique laissant de côté le problème fondamental de l'inégalité¹⁸. Nous sommes convaincus que laisser plus d'un milliard de personnes sans électricité d'ici 2030 serait un échec politique. Si nous voulons élargir l'accès à l'énergie pour inclure une majorité de ceux qui n'y ont pas accès aujourd'hui, tout en répondant à la croissance des besoins énergétiques dans le reste du monde, il faut parvenir à faire baisser les coûts de l'énergie. L'offre d'énergies fossiles de qualité supérieure en est déjà à son maximum. Satisfaire les nouvelles demandes ferait donc nécessairement monter les prix. Il faudrait alors que les énergies alternatives soient moins chères. Pour y parvenir, il est nécessaire d'innover¹⁹.

2) Garantir des environnements viables protégés des contraintes qui leur seraient préjudiciables

À l'heure actuelle, la plupart des politiques climatiques ont pour principal objectif de réduire l'impact humain sur le climat. Selon cette logique, tout effet bénéfique connexe est bon à prendre, mais secondaire. Nous pensons qu'il faut inverser cette logique afin de produire des résultats concrets et politiquement séduisants pour des investissements à court terme. Le principe premier qui sous-tend les objectifs avancés dans cette communication est l'amélioration de la qualité de vie par la protection des acquis dans les pays industrialisés et les pays en développement, et par la gestion de la richesse que représente l'écosystème de la forêt tropicale. Que chacun de ces objectifs ait pour effet de réduire les contraintes d'origine humaine sur le climat doit être considéré comme un avantage connexe mais ce n'est pas le but premier.

*Éliminer les émissions de carbone-suie*²⁰. Le carbone noir (ou carbone-suie) est un problème de santé publique. Chaque année, quelque 1,8 million de

personnes décèdent des suites d'une exposition à ces particules à l'intérieur de bâtiments. Cette substance joue par ailleurs un rôle dans le réchauffement de l'atmosphère à l'échelle régionale (fonte des glaces de l'Arctique notamment) et mondiale. Il représente 5 à 10 % du volume global de contraintes d'origine humaine sur le climat. Selon les estimations les plus optimistes, sur une période de 100 ans, une tonne de carbone noir contribue de façon 600 fois plus importante au réchauffement qu'une tonne de CO₂. La mise en œuvre d'une réglementation ciblée²¹ permettrait d'éliminer presque totalement les émissions de carbone noir. Le bénéfice environnemental serait relativement rapide et les effets sur la santé humaine énormes, notamment parmi les populations les plus pauvres des pays en développement. Nous analyserons cette approche dans le chapitre III.

Réduire l'ozone troposphérique. La mauvaise qualité de l'air en milieu urbain est aggravée par les émissions de monoxyde de carbone, les oxydes d'azote (Nox), le méthane et autres composés organiques volatils. Dans la troposphère, ces gaz réagissent pour former de l'ozone, gaz toxique pour les êtres vivants et nuisible aux cultures. Son impact sur les plantations agricoles représenterait un coût annuel de 14 à 26 milliards de dollars. L'ozone troposphérique représente 5 à 10 % du volume global de contraintes d'origine humaine sur le climat. Une mise en œuvre stricte des réglementations anti-pollution, associée à une amélioration des systèmes de transport public urbain, pourrait diviser par plus de deux les émissions de gaz à l'origine de la formation de l'ozone. Cela aurait un impact positif sur la santé publique, tant dans les pays industrialisés que dans les pays en développement, tout en réduisant les dommages subis par les cultures. L'un des avantages connexes de ces mesures serait aussi de réduire les contraintes d'origine humaine sur le climat²².

*Protéger efficacement les forêts tropicales*²³. Les forêts tropicales sont un atout précieux pour l'avenir de l'humanité, tant en raison de leur capacité à stocker le carbone, qu'en raison de leur biodiversité, de leurs ressources, sylvicoles ou autres, et de la fonction de subsistance qu'elles jouent auprès des peuples indigènes. Plutôt que de chercher à encadrer la gestion des forêts tropicales dans une convention climatique globale, avec le risque de s'empêtrer dans les complexités de la réduction des émissions de carbone, il convient de prendre en compte la valeur intrinsèque de ces écosystèmes. Le problème de la déforestation doit être découplé de la Convention-cadre des Nations unies sur le changement climatique.

3) Garantir que les sociétés peuvent s'adapter au changement climatique

On pourrait écrire l'histoire de l'humanité du point de vue de son émancipation vis-à-vis des variabilités de la nature et du changement climatique. On trouve aujourd'hui des peuplements humains dans toutes les zones climatiques du monde. Les innovations technologiques (air

conditionné, structure des bâtiments, variétés des cultures) et culturelles (schémas de socialisation, régime alimentaire), qui ont évolué plus ou moins rapidement au fil du temps, relèvent des capacités d'adaptation de l'homme face aux aléas climatiques. C'est l'évolution culturelle qui a ouvert le monde au peuplement humain.

Mais l'humanité n'a pu s'adapter de façon efficace qu'en raison de la relative stabilité des conditions climatiques, qui s'écartaient rarement de la normale. Au cours de l'histoire, la capacité des Européens à vivre dans des conditions climatiques extrêmes a pourtant été mise plusieurs fois à l'épreuve. Entre le 16^e et le 18^e siècle, par exemple, les hivers étaient très rigoureux, ce dont témoignent certains tableaux de Bruegel. Les conditions climatiques d'aujourd'hui sont une promesse et un défi. Pourtant, dans la lutte contre le changement climatique, l'adaptation est toujours restée le parent pauvre de la réduction des émissions²⁴. L'adaptation vise à éviter les pertes et à exploiter les opportunités, c'est donc une façon active de gérer les risques une fois qu'ils ont été identifiés²⁵.

L'adaptation et l'atténuation ne sont pas des compromis, mais des stratégies complémentaires. La gamme des risques les mieux à même d'être gérés par l'adaptation est certainement bien plus étendue que celle envisagée par le protocole de Kyoto. Celui-ci présentait, à tort, l'adaptation comme la conséquence d'une atténuation ratée, et devant, à ce titre, être évitée. Dans la mesure où la voie tracée par Kyoto s'est, dans les faits, arrêtée à Copenhague, il est temps de mettre toute notre énergie dans la mise en œuvre des stratégies d'adaptation. L'adaptation est un vrai défi de développement. Elle doit s'appliquer à de nombreux niveaux, à l'instar de l'atténuation. Dans cette communication, nous nous limiterons cependant aux thèmes de l'énergie et de la décarbonisation. Cela ne doit pas faire présumer d'une priorité de notre part, simplement, les auteurs de cette communication se sont déjà longuement consacrés à la promotion de l'adaptation qui est traitée en détail par ailleurs²⁶.

B: Méconnaissance du changement climatique entre 1985 et 2009 et ses conséquences

L'approche de Kyoto s'est construite par des emprunts hâtifs à des pratiques passées et à des conventions sur l'ozone, les émissions de soufre et l'arme nucléaire. On peut comprendre que, sous la pression, les responsables présents au Sommet de la terre de Rio, aient cherché à s'inspirer de traités qui avaient fait leurs preuves (Protocole de Montréal, Traités START, régime de réduction des émissions de soufre propre aux États-Unis) afin d'étoffer l'ébauche de réglementation climatique exigée par les chefs d'États. Cette pratique n'est d'ailleurs pas exceptionnelle. Dans ces circonstances, les diplomates capitalisent souvent sur des succès passés en rafraîchissant les textes.

Cette façon de faire s'inscrit dans ce que Nordhaus et Shellenberger ont désigné comme "le paradigme de la pollution". Mais dans ce cas précis, les analogies étaient structurellement inadaptées bien qu'à première vue applicables²⁷. Le changement climatique est en effet une problématique "vicieuse" qui touche à des systèmes ouverts, complexes et encore mal compris. Il était donc difficile de lui appliquer le même traitement qu'à des problèmes bien identifiés, appelant des solutions, certes compliquées, mais définies et accessibles. Le concept de problématique "vicieuse" a été décrit pour la première fois par Rittel et Weber dans le contexte de la planification urbaine. Il s'agit de problèmes souvent considérés comme ayant une solution alors qu'ils sont insolubles en réalité²⁸. On s'est contenté de simples connaissances techniques pour élaborer les mesures adoptées à Kyoto, alors que pour traiter les problèmes climatiques, il faut une profonde compréhension de leur intégration dans les systèmes sociaux, de leur irréductible complexité et de leur nature rétive. Nous développerons un peu plus loin ce contraste essentiel.

De cette incompréhension découle une erreur fondamentale de perspective, et la *représentation du changement climatique comme un banal problème d'environnement susceptible d'être corrigé*, ce qu'il n'est pas.

Le changement climatique est devenu un thème politique au lendemain de la chute du Mur de Berlin. Malgré quelques appels à la prudence²⁹, il a rapidement été admis que le changement climatique représentait une menace pour l'ensemble du monde, et réclamait à ce titre une solution coordonnée à l'échelle de la planète. Dans leur article *The Wrong Trousers*, Prins et Rayner ont identifié les analogies utilisées dans le cadre de la CCNUCC et de l'architecture de Kyoto, liant de façon fallacieuses les problèmes climatiques et d'autres problèmes internationaux et environnementaux. Le concept de communauté épistémique notamment³⁰, en circulation dans les cercles politiques, a renforcé l'idée qu'un diagnostic commun du problème climatique était nécessaire pour faire progresser les actions. Ce point de vue a été renforcé par le rôle prééminent du comité scientifique *Ozone Trend Panel* dans l'élaboration d'une réglementation contre la formation d'ozone, et par le rôle de la science dans l'élaboration du plan *Sauver la Méditerranée*, qui ne sont ni l'un, ni l'autre, des problèmes "vicieux".

Plutôt que de le voir comme un problème spécifique à résoudre, il vaut mieux envisager le changement climatique comme un phénomène persistant, avec lequel il faut composer, mais qui ne peut être que plus ou moins bien résolu, et uniquement de façon partielle³¹. Ce n'est qu'un simple élément d'un tout plus large et plus complexe, englobant la population, la technologie, les inégalités entre pays riches et pays pauvres, l'utilisation des ressources, etc. Il ne s'agit donc pas non plus à proprement parler d'un problème "environnemental". L'axiome que l'on peut poser, c'est qu'il s'agit autant d'un problème d'énergie, que de développement économique ou d'aménagement du territoire. Il serait donc plus probant de le considérer sous ces angles

plutôt que d'essayer de gérer le comportement du climat en changeant la façon donc les êtres humains utilisent l'énergie. Ce principe trouve un écho dans le changement radical de perspective que nous nous employons à promouvoir dans cette communication.

Ce qui rend un problème "vicieux", est l'impossibilité de le formuler de façon définitive: l'information nécessaire à sa compréhension dépend de l'angle sous lequel on cherche à le résoudre. De plus, ces problèmes sont dépourvus de règles d'arrêt: nous ne pouvons pas savoir à quel moment les données sont suffisantes pour arrêter de chercher à en savoir encore plus. Il n'y a pas d'enchaînement de cause à effet dans les systèmes ouverts interactifs. Le climat en est un excellent exemple. Chaque problème "vicieux" peut donc être considéré comme symptomatique d'un autre problème³².

Frustrés par cet état de fait, les responsables politiques réagissent souvent par une véritable déclaration de guerre: leur but étant de maîtriser le problème pour pouvoir passer à autre chose. En fait, ces déclarations de guerre métaphorique sont bien souvent le meilleur signe que le problème en question est "vicieux". Qu'on en juge: nous avons la guerre contre le cancer, la guerre contre la pauvreté, la guerre contre la toxicomanie, la guerre contre le terrorisme, nous avons maintenant la guerre contre le changement climatique.

Au début, l'opinion publique est souvent réceptive, mais elle finit par se lasser en s'apercevant que les problèmes ne se règlent pas. Selon des sondages récents, dans un grand nombre de pays industrialisés, la population ne se sent plus aussi concernée qu'avant par le climat alors qu'il devient de plus en plus clair que, comme la pauvreté, le changement climatique n'est pas un problème que l'on peut "régler" et que l'attention des citoyens se focalise sur ce qu'ils ressentent comme plus urgent, l'économie par exemple³³.

C: Incompréhension de la nature des géosciences

Parallèlement aux analogies fallacieuses entre le climat et d'autres problématiques, un second malentendu s'est développé. À sa façon, c'est une erreur de perspective tout aussi profonde et répandue. Elle concerne la façon dont l'argument scientifique est utilisé par ceux qui ont choisi d'agir également en tant qu'activistes. On pourrait décrire cela comme un modèle de science "déficiente". Les experts scientifiques versent du savoir dans les pauvres têtes ignorantes et passives du public et de leurs représentants, remédiant ainsi à leur "déficit". Le public a confiance dans le savoir scientifique et les qualifications des experts, qui peuvent alors utiliser leur pouvoir pour influencer le public ignorant et délimiter les actions qu'il faut impérativement employer pour corriger la situation qu'ils auront décrite.

Hulme décrit comment l'Office britannique de météorologie a tenu ce rôle lors de la conférence *Les dangers du changement climatique*, organisée en 2005 sur ordre du cabinet de Tony Blair avant le sommet du G8 qui s'est

tenu à Gleneagles. Il souligne également le rôle du premier conseiller scientifique du gouvernement de l'époque³⁴. Jusqu'au 17 novembre 2009, le GIEC a reproduit ce modèle sans relâche. Cet organisme était alors présenté comme irréfutable, souvent à l'aide de statistiques sur la proportion de scientifiques adhérant à leurs thèses. Les journalistes accordaient une confiance implicite, et avec le recul, excessive, à ces déclarations marquées par le modèle déficitaire. Le sentiment de trahison ressenti par de nombreux observateurs du débat climatique après les fuites du 17 novembre, explique peut-être la férocité avec laquelle les médias enquêtent aujourd'hui sur la communauté scientifique climatique.

Le modèle scientifique actuellement en vigueur a une autre caractéristique importante. C'est la façon dont il dissimule le rôle des jugements de valeur. Dans un ouvrage de 2007, consacré à la politique scientifique, Roger Pielke Jr. illustre ce point de la façon suivante: il note que l'annonce d'une tornade justifie à elle seule la mise en œuvre de mesures, sans référence à d'autres critères. C'est une question de confiance dans l'autorité de la source. Cette confiance provient du fait que la validité de la prévision n'est pas remise en cause. Qui accepterait en effet de perdre la vie en restant sur la trajectoire d'une tornade dont tout le monde s'accorde à dire qu'elle se dirige vers vous. À l'opposé, l'opinion d'une personne sur l'avortement peut être étayée par des connaissances médicales, mais il est bien évident que les convictions religieuses ou autres peuvent jouer un rôle plus important dans la position d'une personne sur le sujet. Pielke considère qu'en raison du malentendu scientifique induit par le modèle "déficient", les actions entreprises contre le changement climatique ont traditionnellement été présentées comme une lutte contre un phénomène dangereux (la tornade), alors qu'elles s'apparentent davantage, du fait de la multiplicité des perspectives possibles, aux points de vue sur l'avortement. Cette erreur en entraîne une autre très répandue, selon laquelle *les solutions de lutte contre le changement climatique doivent être soumises à la science, comme si une interprétation scientifique commune pouvait conduire au consensus politique*³⁵. Il est plus probable, comme nous l'avons vu, que la diversité des perspectives politiques se révèle dans les points de vue scientifiques alternatifs. La conséquence en est que les débats sur la politique climatique se dissimulent sous la forme de débats scientifiques, au détriment des uns comme des autres.

Pourtant, comme nous l'avons déjà souligné, le changement climatique est un problème pluridimensionnel qui peut être interprété de différentes façons et que l'on ne peut résoudre avec des solutions toutes faites. Il a été porté à l'attention des responsables politiques par les scientifiques. Dès le début, ces scientifiques ont également présenté en bloc leurs propres solutions devant le Congrès des États-Unis et dans les autres forums politiques. L'opinion selon laquelle la science "dicterait" ses réponses aux politiques a encouragé, et même forcé, ceux qui n'adhéraient pas à ces stratégies à contester les données scientifiques³⁶. C'est la caractéristique du débat sur le changement climatique: les scientifiques usent de leur autorité pour réclamer aux

politiques les solutions que, soi-disant, leurs résultats imposent, et les politiques proclament que leurs solutions sont basées sur des faits scientifiques. Chacun faisant comme si la science et la politique étaient indéfectiblement liées. Ou comme s'il s'agissait d'échapper à une tornade.

Les élus aimeraient connaître les conséquences du changement climatique sur leurs juridictions, mais ils aimeraient surtout savoir quels types d'interventions feront la différence, en combien de temps, à quel prix, et au bénéfice/détriment de qui. Mais lorsqu'on en vient à ce genre de questions, les convictions politiques agissent comme un véritable champ magnétique, sélectionnant et interprétant les données scientifiques selon leur orientation. Dans le cas de la modélisation du climat, qui a joué un rôle important dans le débat public, les nombreux projets de scénarios (à savoir, des projections réalisées par ordinateur, fondées sur un grand nombre d'hypothèses et de simplifications) suffisent à étayer à peu près n'importe quelle vision du futur³⁷. Mais les modèles "projectifs" ont souvent été assimilés implicitement, et parfois délibérément, avec ce que les responsables politiques voulaient vraiment, à savoir des modèles "prédictifs", soit des représentations précises de l'avenir.

La politique ne consiste pas à optimiser la rationalité mais à trouver des compromis acceptés par un nombre suffisant de personnes pour permettre à la société d'avancer dans la bonne direction. Ainsi, contrairement à tous les *a priori* de la société contemporaine, il est *tout simplement impossible* de progresser politiquement sur la question du changement climatique en injectant toujours plus de scientifique dans le politique. Les politiques ont tort de croire que l'adjonction de nouvelles informations réduit automatiquement l'incertitude et renforce la confiance du public. Le fait que cette opinion soit largement répandue et profondément ancrée, dans ce domaine très controversé comme dans d'autres, fait que les experts sont toujours tentés d'exagérer et de simplifier à outrance, ce qui est s'est encore vérifié récemment dans le débat climatique³⁸. C'est bien sûr le meilleur moyen de décevoir au niveau politique, comme l'indique le sondage Gallup de 2020 cité à la note 33. Celui-ci démontre une tendance à l'érosion de la confiance publique envers les déclarations des scientifiques climatiques, qui ne s'est jusqu'à présent pas étendue aux actions concrètes mises en œuvre³⁹.

Dans le domaine de la recherche fondamentale, il est beaucoup plus facile de s'égarer en se montrant trop confiant qu'en acceptant son ignorance. Une confiance excessive enferme la pensée dans des schémas tels que celui qui a provoqué l'échec de Kyoto au lieu d'ouvrir le champ des possibilités, ce qui permet d'apprendre et de s'adapter pour faire avancer les choses. Cette tension dynamique a toujours été le moteur des révolutions scientifiques⁴⁰.

Le principe le plus utile concernant ces débats enflammés et l'étude de systèmes ouverts vicieux et complexes, est de nature différente. Il est d'admettre *notre ignorance*, nos doutes ou nos désaccords. Ce n'est qu'après cette prise de conscience que nous pouvons nous interroger sur *la raison* de cette ignorance ou

de ce doute. Cela permet d'évaluer son degré de certitude, de comprendre le sens d'évènements imprévus et d'établir des liens logiques là où il semble ne pas y en avoir. La découverte des pulsars par exemple découle du travail de l'astrophysicienne Jocelyn Bell Burnell, qui étudiait les signaux radio lorsqu'elle était étudiante à Cambridge en 1967; c'est en cherchant des signes de vie sur Mars que le spécialiste des sciences de l'atmosphère James Lovelock en est arrivé à élaborer l'hypothèse, dite Gaïa, d'une atmosphère terrestre autorégulatrice favorable à la vie. C'est de cette façon que nous pouvons enregistrer des progrès fiables⁴¹.

Mais il faut bien garder à l'esprit qu'il est impossible de prévoir le comportement des facteurs de changement climatique: croissance démographique et économique, innovation technologique, etc. Ces facteurs introduisent une incertitude irréductible quelle que soit par ailleurs notre connaissance du phénomène climatique. En bref, nous pensons qu'il faut inverser la relation science/politique sur laquelle s'est fondée l'approche de Kyoto. Reconnaître que certains phénomènes restent indéterminés ou inconnus a une immense *valeur* politique et méthodologique. Les débats d'opinion qui se dissimulent derrière les déclarations et contre-déclarations scientifiques positivistes doivent être davantage soumis au débat démocratique. Sinon le système politique restera dans une impasse, et chacun sera convaincu de détenir la vérité.

Chapitre III: En finir définitivement avec la logique "business as usual" dans la politique climatique

Nous avons parlé dans le chapitre I des deux caps qui ont été franchis à la fin de l'année 2009. Ces évènements font qu'on ne peut plus éluder des difficultés dues à des erreurs déjà anciennes d'interprétation tant au niveau scientifique que diplomatique des problèmes "vicieux". C'est ce que nous avons expliqué au chapitre II. Nous avons également présenté, de façon aussi claire que possible, la situation du monde actuel face à un certain nombre de facteurs comprenant le changement climatique, l'état de la science sur les systèmes géo- et biophysiques (y compris la conscience de plus en plus aiguë de ce que nous ignorons), les interventions politiques et économiques à l'échelle gouvernementale et intergouvernementale depuis 1992 (et plus particulièrement depuis juin 2005). Cet ensemble risque une érosion continue de la confiance du public vis-à-vis des institutions spécialisées qui se doivent d'être d'une intégrité exemplaire si nous voulons améliorer les choses plutôt que les aggraver.

Nous pensons qu'il faut commencer par des actions susceptibles de rallier le plus grand nombre et permettant d'obtenir les résultats les plus rapides. Une fois que des résultats tangibles auront été obtenus, nous sommes convaincus que la confiance du public se rétablira et qu'il acceptera plus facilement de se rendre aux raisons des responsables politiques. Ces résultats préalables sont

des prérequis indispensables pour pouvoir envisager des mesures plus drastiques. Notre objectif est de gagner le soutien massif de la population afin de parvenir à une accélération radicale de la décarbonisation au niveau mondial. Nous sommes convaincus qu'une approche indirecte, basée sur la réduction de l'intensité énergétique de l'économie et de l'intensité en carbone de l'énergie, est davantage susceptible de gagner l'accord du public qu'un assaut frontal sur les émissions de carbone. Surtout si peu de temps après les récentes turbulences. La raison en est que de nombreux citoyens bénéficieront de ces efforts, indépendamment de la politique en matière de changement climatique.

Il nous faut préciser deux choses afin d'éviter les malentendus. En premier lieu, nous ne préconisons pas d'écarter toute action visant l'objectif final de décarbonisation avant que les mesures préalables, comme l'amélioration du rendement, soient mises en place. Comme nous le précisons plus loin, nous pensons que les phases de recherche, développement, démonstration et déploiement de la décarbonisation, financées par une taxe carbone peu élevée, peuvent et doivent débiter immédiatement. Mais l'ordre de ces étapes est l'objet d'un choix délibéré visant à éviter à tout prix que ne se reproduisent les échecs précédents.

En second lieu, bien que nous soutenions une démarche différente, nous ne remettons pas en cause les arguments scientifiques plaidant en faveur de la décarbonisation. Cependant, comme nous nous sommes efforcés de l'expliquer, nous avons un autre point de vue sur les données telles qu'elles ont été présentées au public. Comme l'écrit *The Economist* dans son numéro du 20 mars 2010 consacré à la science climatique: *ce sont précisément les incertitudes de la science et non ses certitudes qui justifient l'action climatique*⁴². Ce point de vue est proche du nôtre. Notre position est que l'action se justifie sur toute une série de problèmes souvent considérés comme liés au changement climatique. Nombre de ces problèmes peuvent être réglés indépendamment. En nous y attaquant, nous pouvons affaiblir indirectement certains facteurs d'influence sur le climat tout en retirant des avantages des mesures mises en place. Non seulement la politique énergétique n'est pas dictée par la science, mais les décisions en matière d'environnement, développement ou d'énergie ne dépendent plus uniquement de la politique climatique.

Afin d'éviter les malentendus dans ce débat hyper politisé où le fait scientifique peut être dévoyé, de façon intentionnelle ou non, voici nos arguments.

Le brusque accroissement de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère, d'un niveau de 280 ppm à l'époque préindustrielle à 389 ppm aujourd'hui, et la croissance moyenne de moins de 2 ppm par an à l'heure actuelle, sont parmi les données les plus solides que nous possédions. Il s'agit également des données les moins controversées dans le débat actuel, elles illustrent une croissance sans précédent depuis 10 000 ans⁴³. Mais le rapport entre cette

tendance nette à l'augmentation du CO₂ d'un côté, et la température moyenne et les extrêmes climatiques de l'autre, est beaucoup moins évident⁴⁴. La façon dont la hausse du taux de CO₂ et les autres facteurs de contrainte d'origine humaine peuvent influencer sur le climat est, par extension, une perspective supplémentaire régissant la théorie, les données, et la modélisations des systèmes géophysiques les plus complexes. Les efforts pour lier les deux phénomènes a également fini par faire l'objet de controverses⁴⁵. Mais ce qui est certain, c'est que ces prévisions sont incertaines.

Nous avons déjà déploré le fait que pour des raisons non-scientifiques les précédents programmes de lutte contre le changement climatique aient porté si peu d'attention aux agents de contrainte non générateurs de CO₂. Nous reviendrons bientôt là-dessus. Mais nous pensons que la courbe de Mauna Loa (du nom de l'observatoire hawaïen à partir duquel ont eu lieu les mesures) justifie à *elle seule* une intervention pour modérer l'augmentation des taux de CO₂, même si nous n'en connaissons pas les conséquences de façon certaine. Ou plutôt précisément à cause de cela. Nous pensons qu'il serait prudent d'accélérer la décarbonisation de l'économie, en réduisant leur intensité en carbone, produit inhérent au progrès depuis la fin du 18^e siècle⁴⁶. Nous recommandons cependant de ne pas décarboniser au détriment de la croissance économique, ce qui selon nous, et les faits l'ont démontré, est politiquement impossible avec l'assentiment démocratique du public.

A: Faire revenir les agents polluants non générateurs de CO₂ sur le devant de la scène.

Nous avons observé un peu plus haut, que l'influence humaine sur le climat ne se limite pas aux émissions de CO₂ mais recouvre toute une série d'agents de contrainte liés à des contextes environnementaux plus vastes. Ces agents ont cependant été négligés, non pour des raisons scientifiques mais pour des raisons pratiques d'élaboration des politiques. Étant donné qu'une intervention sur ces facteurs de pollution non générateurs de CO₂ peuvent avoir un impact plus rapide et permettraient d'engranger des bénéfices importants et immédiats, nous souhaitons ici leur donner la priorité. Il ne s'agit pas ici d'engager des processus long et pénibles mais de marquer des points rapidement. En parvenant à des résultats concrets bénéficiant d'un large soutien public, ces actions peuvent aider à rétablir la confiance dans l'opinion.

La majorité de ces éléments, notamment le carbone noir (suie), les aérosols, l'azote réactif, l'ozone troposphérique et le méthane sont des facteurs essentiels de pollution de l'air. Les bénéfices sur la santé publique d'une réduction de la pollution de l'air sont bien connus. L'importance d'une législation nationale sur la qualité de l'air n'est plus à prouver depuis l'emblématique British Clean Air act, adopté en 1956 pour combattre les vagues de smog qui s'étaient répandues en 1952 à Londres⁴⁷. Entre autres

effets climatiques, ces agents polluants altèrent les schémas de circulation atmosphériques et océaniques. En favorisant le réchauffement, ils contribuent également à l'évaporation des nuages et à des changements d'intensité du rayonnement réfléchi par la glace et la neige (albédo): le carbone noir qui se dépose sur la neige et la glace augmente l'absorption de chaleur et peut accélérer la fonte⁴⁸. En fait comme nous l'avions déjà suggéré dans l'article *How to get climate policy back on course* en présentant les nouveaux travaux sur le sujet, le carbone noir pourrait être l'un des éléments expliquant de la façon la plus convaincante la fonte récente des glaces de l'Arctique. Le réchauffement récent observé dans cette zone pourrait être dû pour moitié à l'action du carbone noir⁴⁹.

La plupart des fines particules véhiculées par les aérosols, dont les sulfates, les nitrates et le carbone, renvoient les rayonnements vers l'espace ce qui permet le refroidissement. En revanche, le carbone noir qui émane des moteurs diesel, de certains fours vétustes, des feux de forêt et autres, absorbe le rayonnement solaire et réchauffe l'atmosphère. En raison de ces effets, de nombreuses études considèrent le carbone noir comme le facteur de changement climatique induit par l'activité humaine le plus important après le CO₂⁵⁰. Ce n'est que très récemment que l'on a commencé à porter un intérêt au carbone noir et ses effets n'ont pas encore été pris correctement en compte par les rapports du GIEC⁵¹.

Shine et Sturges estiment que la chaleur captée par les gaz anthropogéniques à effet de serre dans l'atmosphère serait à 40 %, due à des gaz autres que le CO₂⁵². Dans une étude récente, Bera *et al.* ont analysé plus d'une dizaine de molécules impliquées dans le réchauffement climatique afin de déterminer les principales propriétés chimiques et physiques qui déterminent leur efficacité radiative et représentent donc potentiellement la plus grande menace pour le climat⁵³. Ils ont découvert que les molécules contenant plusieurs atomes de fluorine ont une forte tendance à l'effet de serre, comparées aux molécules contenant de la chlorure et/ou de l'hydrogène. Certains hydrofluorocarbones (HFC) et perfluorocarbones (PFC) très utilisés dans l'industrie par exemple, sont des gaz à effets de serre extrêmement virulents car ils absorbent les rayonnements infrarouges présents dans l'atmosphère et ont parfois des durées de vie estimées à plusieurs milliers d'années. L'étude conclut que par ces caractéristiques, certains PFC et HFC influencent le climat de façon bien plus importante que le CO₂, tant sur le court terme que sur le long terme. Cela étant, ils peuvent faire l'objet de mesures immédiates aux termes de l'efficace protocole de Montréal⁵⁴. Certains des HFC les plus virulents ont un potentiel de réchauffement des milliers de fois plus élevé que le CO₂. Sur une période de 100 ans par exemple, le trifluorure d'azote a un potentiel de réchauffement 17 200 fois plus élevé que le CO₂.

L'aménagement du territoire apparaît comme un facteur important d'émission de gaz à effet de serre. En effet, environ un tiers des émissions anthropogéniques de CO₂ depuis 1850 sont imputables à ce type d'activités⁵⁵.

Une série de données laisse cependant penser que le rôle significatif joué par la gestion des terres dans le changement climatique est du à toute une série de mécanismes biogéochimiques, indépendants des propriétés radiatives des gaz à effet de serre, ce phénomène étant plus prononcé au niveau des zones urbanisées⁵⁶. Stone indique ainsi dans de récents travaux que les altérations des flux de surfaces (eau et énergie) résultant des activités de gestion des terres peuvent favoriser l'apparition de phénomènes climatiques à l'échelle régionale de façon plus directe que les modifications d'émissions qui leurs sont associées. La plupart, voire la totalité, des influences humaines sur le climat au niveau régional et mondial demeureront un sujet de préoccupation dans les décennies à venir. De plus, de par leur rapide expansion, les populations urbaines sont de plus en plus vulnérables à des valeurs de réchauffement excédant celles de la planète dans son ensemble.

Compte tenu de ces données, il est nécessaire de mettre en place une politique d'atténuation du changement climatique plus globale et à terme efficace afin de répondre aux facteurs de réchauffement tant atmosphériques que de surface. Tout d'abord, il nous faut faire la distinction entre les cadres d'actions et interventions destinés aux facteurs à court terme et ceux ciblant plus spécifiquement les facteurs à long terme. Les propriétés physiques et l'origine des agents polluants à court terme (carbone noir, aérosols, méthane et ozone troposphérique) sont très différentes de celles des agents à long terme (CO₂, halocarbones, protoxyde d'azote). Tout comme le sont les moyens nécessaires à mettre en œuvre pour les limiter. Il convient d'accorder plus d'importance à l'élaboration de substances dotées d'une capacité d'absorption atmosphérique minimale ou ayant des durées de vie atmosphériques plus courtes.

En second lieu, il est possible de parvenir à atténuer dans une certaine mesure l'influence des activités humaine sur le climat à travers des actions de gestion du territoire. À l'échelle régionale, cela équivaldrait à éviter la déforestation afin de protéger le potentiel de restauration de l'hygrométrie et de l'équilibre énergétique. Dans les zones urbanisées, il conviendrait de reconnaître la protection des espaces arborés par exemple, comme une forme d'atténuation climatique

Enfin, dans le cadre des stratégies d'atténuation mises en oeuvre aujourd'hui, les seuls éléments considérés comme des mécanismes permettant de ralentir ou de stopper le changement climatique sont la réduction des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (traditionnellement exprimés en équivalents carbone) et le renforcement des puits de carbone⁵⁷. Élargir la gamme des stratégies au-delà de celles que l'on regroupe traditionnellement sous le terme d'atténuation aurait cependant, outre leur pertinence au niveau du changement climatique, d'autres avantages sur la santé, la productivité agricole et la qualité de l'environnement, ce qui justifie les actions nécessaires pour mettre en œuvre le nouveau scénario⁵⁸.

B: S'assurer que le mieux n'est pas l'ennemi du bien dans un monde complexe

Les spécialistes de l'énergie débattent depuis plusieurs dizaines d'années du rôle que peuvent jouer les gains de productivité dans la réduction globale de l'énergie utilisée, et plus récemment de son rôle dans la décarbonisation de l'économie. Depuis 1980 au moins, le principal facteur de décarbonisation de l'économie à l'échelle mondiale a été la réduction de l'intensité énergétique du PIB. Malgré une diminution régulière de l'intensité énergétique de l'économie mondiale la consommation énergétique et les émissions de CO₂ ont cependant continué de croître. Cela étant, nous sommes convaincus que l'accélération de la diminution des émissions de carbone ne suffira pas à accélérer la décarbonisation. La raison la plus évidente en est l'accroissement de la demande en énergie qui se profile pour les décennies à venir et qui s'exprime dans pratiquement tous les scénarios élaborés par les agences de l'énergie et les grandes compagnies énergétiques. Nombre de ces scénarios n'envisagent pas d'amélioration significative de l'accès à l'énergie pour les 1,5 million de personnes qui ne bénéficient pas d'un approvisionnement énergétique fiable. Nos propositions viennent donc s'ajouter à un nombre formidable d'hypothèses. La façon dont nous parviendrons à gérer l'intensité énergétique aura une influence sur la quantité d'énergie nécessaire dans les années à venir, mais cela ne changera pas le fait qu'il nous en faudra de toutes façon beaucoup plus qu'aujourd'hui. Dans un contexte de hausse de la demande énergétique, un simple calcul indique que la décarbonisation de l'approvisionnement énergétique doit devenir le principal facteur menant à une décarbonisation de l'économie dans son ensemble.

C'est pour cette raison que nous n'entendons pas résoudre dans ce chapitre les débats déjà anciens et toujours d'actualité sur le rôle relatif de l'efficacité énergétique par rapport aux prévisions d'augmentation de la demande en énergie. Nous ne pensons d'ailleurs pas que notre thèse l'exige. Dans bien des cas, et même le plus souvent, l'amélioration de l'efficacité énergétique se justifie par d'autres raisons que la décarbonisation. De plus, la modernisation et l'amélioration des systèmes énergétiques favorisent leur diversification et leur décarbonisation. C'est ainsi que les initiatives visant à améliorer l'efficacité énergétiques peuvent ouvrir la voie à d'autres actions de décarbonisation.

1) Les prérequis politiques des stratégies d'amélioration de l'efficacité énergétique

Si la décarbonisation accélérée de l'approvisionnement énergétique est l'unique approche à long terme susceptible de renforcer radicalement la décarbonisation de l'économie, celle-ci ne sera ni rapide, ni facile, et ses principales phases (recherche, développement, démonstration et déploiement) devront être financées par des fonds publics. Les contribuables doivent donc être convaincus qu'il en va de leur intérêt. L'objectif politique a

donc un aspect technologique: il doit permettre aux ménages de consommer une énergie propre moins chère qu'une énergie polluante; le différentiel de prix doit en outre pouvoir être maintenu sans recourir en permanence aux subventions.

À l'heure où les sondages indiquent que la plupart des citoyens des pays de l'OCDE se sentent bien plus concernés par la reprise économique et la création d'emplois que par les actions de lutte contre le changement climatique induit par l'activité humaine, il apparaît comme éminemment logique de promouvoir des politiques pouvant d'une certaine façon favoriser les deux. L'efficacité énergétique est une source d'économies, elle favorise la productivité industrielle et permet indirectement de réaliser d'autres objectifs de valeur. C'est donc une perspective à court terme, et de ce fait bien plus séduisante politiquement. Il vaut par conséquent la peine de la mettre en œuvre, indépendamment des bénéfices éventuels en matière d'émissions de carbone. Il importe pour cela d'admettre l'importance d'une réduction de l'intensité énergétique. La solution la plus élégante serait d'appliquer une approche sectorielle systématique en se concentrant en premier lieu sur les secteurs qui consomment le plus d'énergie, notamment la production d'électricité, d'aluminium, de ciment et d'acier, secteurs qui sont aussi des moteurs de l'économie.

L'étude de cas ci-dessous décrit l'industrie sidérurgique, l'une des activités les plus fondamentales mais aussi l'une de celles qui consomment le plus d'énergie. Cet exemple illustre ce qu'on peut faire ou ne pas faire en matière de réductions d'émissions par la diffusion de bonnes pratiques technologiques. Un régime sectoriel efficace à l'échelle internationale peut permettre de contrôler l'arrivée sur le marché de producteurs moins regardants sur les émissions de CO₂ (comme le montre l'étude de cas dans le contexte du Partenariat Asie-Pacifique). Il est utile de procéder à de telles améliorations pour de nombreuses raisons économiques. L'étude de cas indique cependant qu'à longue échéance, il reste nécessaire de décarboniser l'approvisionnement énergétique mondial pour pouvoir réduire à long terme les émissions de CO₂.

L'industrie sidérurgique - Potentiel et limites d'une approche sectorielle privilégiant l'efficacité énergétique (Étude de cas)

La demande mondiale mondiale d'acier croît rapidement. Elle a augmenté de 60 % ces dix dernières années en raison d'une croissance économique soutenue dans les pays en développement, et notamment dans les BRIC (Brésil, Russie, Inde, Chine). Si l'on tient compte du fait que la consommation d'acier par habitant représente seulement un tiers pour la Chine et un dixième pour l'Inde par rapport aux pays occidentaux, on peut en conclure que la hausse de la demande devrait se poursuivre dans les décennies à venir⁵⁹. Satisfaire cette demande en acier en limitant au maximum les émissions de CO₂ est un enjeu majeur pour l'industrie sidérurgique. Mais les

ces émissions sont inévitables lors de la phase de production de l'acier brut qui utilise du charbon pour transformer le minerai de fer en fonte. Cette phase nécessite par ailleurs de grandes quantités d'énergie. Des mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique, dont la récupération et la réutilisation de l'énergie dégagée lors de la production, permettent donc non seulement de restreindre la consommation, mais aussi de réduire les émissions de CO₂ par tonne d'acier produite. Dans l'industrie sidérurgique, consommer moins d'énergie équivaut à émettre moins de CO₂. L'expérience du Japon est sans doute peu commune dans le sens où le secteur a réussi à augmenter sa production tout en réduisant sa consommation d'énergie et ses émissions, mais elle donne l'exemple de réalisations concrètes et est à prendre en compte dans l'élaboration d'une approche globale pour l'industrie sidérurgique de tous les pays.

Depuis les chocs pétroliers des années 1970, l'industrie sidérurgique japonaise a financé et développé différentes technologies pour économiser l'énergie. Elle a ainsi augmenté son efficacité énergétique de quelque 30 % au cours des trente dernières années⁶⁰. Elle est par conséquent équipée à presque 100 % des technologies de maîtrise de l'énergie actuellement disponibles. Dans le cadre du groupe de travail "Acier", le Partenariat Asie-Pacifique sur le développement propre et le climat a répertorié ces technologies et fait une étude sur leur taux de diffusion dans ses États membres. L'étude conclut que si ces technologies avaient un taux de pénétration de 100 % dans l'industrie sidérurgique des membres fondateurs du Partenariat (Australie, Chine, Inde, Japon, Corée du Sud et États-Unis), cela permettrait de supprimer jusqu'à 127 millions de tonnes équivalent carbone chaque année⁶¹. La liste de ces technologies a été publiée dans le guide SOACT (*State-of-the-art clean technologies handbook*) accessible sur le site du Partenariat Asie-Pacifique⁶².

Ce potentiel de réduction des émissions de CO₂ a fait l'objet d'une étude similaire de la part de l'Agence internationale de l'énergie (IEA) qui estime que 340 millions de tonnes équivalent carbone pourraient être évitées chaque année dans la sidérurgie par une diffusion à l'échelle mondiale des technologies existante en matières d'économies d'énergie⁶³. Ce volume représente presque 25 % des émissions produites par le Japon en 2008.

La mission de l'industrie sidérurgique est de s'adapter à la hausse de la demande mondiale d'acier en limitant au maximum sa consommation d'énergie, et donc, ses émissions de CO₂. On ne pourra y parvenir que par la pénétration des meilleures technologies d'économies d'énergie disponibles sur le marché.

Étant donné que la plupart de ces technologies sont des procédés "à coût négatif", si elles sont peu rentables dans l'absolu, leur diffusion dans l'industrie sidérurgique permet non seulement de supprimer des émissions de CO₂ mais aussi de générer des avantages économiques dans les pays qui les utilisent. Elles ne sont pourtant pas nécessairement très répandues dans

l'industrie. Le groupe de travail "Acier" du Partenariat Asie-Pacifique a analysé et identifié certains obstacles à leur diffusion, dont un retour sur investissement assez long et l'absence des capacités d'ingénierie dans le secteur sidérurgique des pays en développement. L'un des facteurs importants est le taux de rentabilité interne (TRI), car dans la plupart des pays en développement les plus dynamiques, la production tend à croître de façon beaucoup plus rapide que les investissements destinés à financer les économies d'énergie. La faiblesse du capital et des capacités d'ingénierie fait donc que les ressources ne sont pas toujours allouées à ces investissements.

La plupart des technologies d'économie d'énergie étant disponibles sur le marché et largement diffusées dans la sidérurgie, l'accès en est aisé. Il est cependant nécessaire de réduire les obstacles à l'investissement en introduisant un mécanisme d'incitation publique favorisant le financement.

Étant donné les quantités de CO₂ dégagé par la production de l'acier, les émissions par valeur ajoutée sont bien plus importantes pour cette industrie que pour d'autres activités économiques. La réduction d'émissions réalisée lors du processus de production grâce aux investissements d'économies d'énergie devrait donc largement dépasser le surplus d'émissions qui découle des profits dégagés grâce aux économies d'énergie.

En conclusion, il ne faut pas perdre de vue que la diffusion dans le secteur sidérurgique des meilleures technologies d'économies d'énergie n'est une mesure efficace qu'à court et à moyen terme (10-20 ans). Lorsque leur taux de pénétration sera de 100 %, ces technologies auront atteint les limites de ce qu'elles peuvent apporter en matière d'économies d'énergie/émissions de CO₂. L'efficacité énergétique, est donc complémentaire d'une décarbonisation plus radicale, mais n'est qu'un moyen d'y parvenir.

2) Nécessité d'une décarbonisation accélérée de l'approvisionnement énergétique

Il est paradoxal que depuis presque une vingtaine d'années, des efforts aient été entrepris pour influencer *directement* sur le climat à l'aide de méthodes *indirectes*. Ces méthodes, principalement des réglementations imposées par les États concernant l'utilisation de l'énergie, ont été extrêmement ambitieuses. Que l'on pense notamment à la vaine tentative d'installer un marché des droits d'émissions. Mais elles n'ont pas réussi à réduire les émissions, ni à intensifier la décarbonisation de l'économie, ce qui est plus grave encore. De plus, dans leur infinie complexité, elle se sont politiquement effondrées à Copenhague. Quoi qu'il en soit, elle bénéficient d'un énorme élan bureaucratique en raison de l'importance du capital politique investi, notamment en Europe. Mais cette stratégie de type "Kyoto" irrite de plus en plus de citoyens sceptiques dans les démocraties, car ils perçoivent de plus en plus les coûts que cela implique pour les ménages et les personnes. Sans parler de la réaction des contribuables lorsque leurs factures d'électricité

augmenteront de façon arbitraire, à savoir pour des raisons de protection de l'environnement et non en raison des conditions du marché.

À la lumière de cela, l'accélération d'un processus bien compris et qui a fait ses preuves, à savoir la réduction *indirecte* et concrète des émissions par des méthodes (pas si paradoxalement) *directes*, serait un acte politique fort. Nous sommes confiants sur le fait que cette stratégie, résolument axée sur la production primaire d'énergie, et donc sur l'offre, tiendra ses promesses. Mais nous croyons encore plus à son réalisme politique. À la différence de la stratégie de Kyoto, cette approche indirecte va dans le sens des trois objectifs fondamentaux que nous avons définis. On en retirera d'autres avantages, éminemment souhaitables et faisant l'objet d'un large consensus. En outre, cette stratégie va dans le sens de la croissance, ce qui est un préalable indispensable pour exercer une action politique dans les grandes puissances économiques. Le sort des tentatives de l'administration Obama de lancer la thématique climatique en est la parfaite illustration.

L'article *How to get climate policy back on course*, a décrit cette stratégie sous le nom d'approche directe de Kaya, du nom du professeur Yoichi Kaya, économiste de l'énergie japonais.

Aux termes de l'équation de Kaya, le niveau total d'émissions de CO₂ peut s'exprimer comme le produit de quatre variables macroéconomiques: la **population (P)**, le **PIB par habitant (PIB/P)**, l'**intensité énergétique par unité de PIB produite (ET/PIB)** et l'**intensité en carbone (C/ET)**. On peut agir sur chacune de ces variables à l'aide d'un levier particulier, et chaque levier exige une approche politique spécifique.

Pour chacune des quatre variables, les leviers sont respectivement: la gestion de la population, la réduction de la taille de l'économie, l'augmentation de l'efficacité énergétique, et, pour l'intensité en carbone, le principal levier est le passage à des sources d'énergie qui génèrent moins d'émissions.

La relation entre ces quatre variables s'exprime sous cette forme dans l'équation de Kaya:

$$\text{Émissions en carbone} = C = P \times \frac{\text{PIB}}{P} \times \frac{\text{ET}}{\text{PIB}} \times \frac{C}{\text{ET}}$$

(ET représentant l'énergie totale)

Notre stratégie est de trouver les moyens d'actionner les leviers permettant d'influer sur la consommation d'énergie et l'intensité en carbone.

L'AIE prévoit que, même sans améliorer l'accès à l'énergie, la consommation devrait pratiquement tripler d'ici à 2050 (en comparaison, celle-ci a sextuplé au cours du 20^e siècle). Dans ce contexte, la réduction significative des émissions recommandée par les experts climatiques ne peut être réalisée que par des améliorations radicales du coût et des performances d'un approvisionnement énergétique à zéro ou à très basses émissions de CO₂. La réduction de ces émissions, associée à des économies d'énergie de 50 % par rapport à aujourd'hui et un triplement de la demande implique une réduction de 87 % de l'intensité en carbone de l'approvisionnement énergétique au niveau mondial. Dans ses aspects pratiques, cet effort nécessite les mêmes progrès en coût et en performances des technologies à zéro émissions de carbone que la décarbonisation totale de l'approvisionnement énergétique mondial.

Si la consommation d'énergie devait augmenter moins rapidement, la proportion d'approvisionnement énergétique mondial à décarboniser serait pratiquement le même, mais l'enjeu ne serait pas moins fondamental. Au cas improbable où la demande mondiale d'énergie était multipliée par deux et non par trois par exemple, la décarbonisation devrait alors être de 75 % et non plus de 87 % pour améliorer de façon significative l'efficacité énergétique. Là encore, la réduction de l'intensité en carbone de l'énergie réclame la même révolution technologique que dans le cas d'une décarbonisation totale.

Il est cependant très improbable que la demande mondiale d'énergie ne fasse que doubler d'ici 2050, notamment parce que l'AIE base ses estimations sur l'hypothèse d'une réduction massive mais encore jamais réalisée des taux annuel de l'intensité énergétique. Quoi qu'il en soit, il est nécessaire de procéder à une décarbonisation quasi-totale de l'approvisionnement énergétique pour pouvoir stabiliser à faible taux la concentration de CO₂ dans l'atmosphère, abstraction faite des différents scénarios proposés.

C'est pourquoi, une action politique à long terme visant à réduire les émissions de CO₂ à l'échelle mondiale doit absolument privilégier la décarbonisation de la demande énergétique⁶⁴. Le principal obstacle en est le prix élevé des sources d'énergies sans émissions de carbone ou à faibles émissions. Il reste encore de larges réserves de combustibles fossiles, énergies qui présentent de nombreux avantages: elles possèdent une grande densité énergétique, sont facilement transportables, disponibles dans un grand nombre de régions et d'accès facile, et elles disposent de leur propre mécanisme de stockage. Les énergies alternatives à faibles émissions de carbone sont pratiquement toutes plus coûteuses que les combustibles fossiles, excepté quand ceux-ci sont situés dans des endroits difficiles d'accès. Les énergies renouvelables (éolienne, solaire, photovoltaïque, géothermique, marémotrice, etc.) sont donc toujours plus chères sauf en de rares exceptions: site optimal, proximité des voies de communication, en temps de demande « pic » plutôt qu'en fournisseur de base, circonscription administrative prête à assumer des coûts plus élevés.

Dans certains pays de l'OCDE, des énergies renouvelables jusqu'ici très peu exploitées progressent rapidement grâce à de généreuses subventions de l'État. Il deviendra cependant de plus en plus difficile de maintenir ces subventions d'un point de vue politique, au fur et à mesure que la part de ces énergies progressera sur le marché. Si l'on multipliait par dix la part de l'éolien dans la production électrique des États-Unis, qui est à l'heure actuelle de 2 %, les subventions gouvernementales américaines atteindraient 20 milliards de dollars par an (sans compter le coût des améliorations technologiques requises pour s'adapter au changement d'échelle)⁶⁵. Une forte opposition s'est déjà faite sentir en Californie et en Allemagne au sujet des subventions accordées au photovoltaïque. En Grande-Bretagne, un activiste écologiste mène actuellement une campagne de presse contre l'introduction des nouveaux tarifs "très subventionnés" du photovoltaïque, qui ponctionnent selon lui la facture des personnes pauvres qui ne disposent pas d'une large surface de toit orientée vers le sud au bénéfice de personnes plus riches qui ont les moyens de s'offrir une maison⁶⁶. Nous devons considérer les récentes péripéties de la production éolienne en Europe, et notamment en Grande-Bretagne, comme un précieux avertissement de ce qui peut arriver lorsque les responsables politiques et climatiques dépensent l'argent public sans prendre en compte les réalités économiques, et procèdent à un découpage discrétionnaire des zones. Ici, le choix d'installations éoliennes mal adaptées et bien moins rentables que prévu a eu de sérieuses conséquences sociales et financières, notamment parce que les décisions d'investissement en ont été affectées de façon importante⁶⁷.

L'un des principaux obstacles à l'expansion des énergies renouvelables est la difficulté de transporter l'énergie solaire et éolienne jusque dans les villes et les centres industriels. Le développement d'installations de stockage à grande échelle est un problème plus important encore, et un réel défi technologique pour ces énergies renouvelables intermittentes. Le plan de relance de l'administration Obama ne prévoyait d'investir que modestement dans de nouvelles lignes de transport, ce qui a conduit certains experts à se demander s'il était même possible de suffisamment développer les énergies renouvelables⁶⁸. La part de budget finalement consacrée aux nouvelles lignes de transport ne représente en effet qu'une fraction de celle initialement prévue par l'administration américaine.

Sous l'angle politique, cette tentative avortée contraste fortement avec la construction d'autoroutes interétatiques aux États-Unis dans les années 1950. La population avait alors apporté un large soutien au projet, les petites localités souhaitant profiter des avantages associés à la proximité d'un grand axe routier. Les lignes de transport pour les énergies renouvelables, elles, n'offrent pas ce type d'avantages au niveau local: les bénéfices générés profitent en effet aux producteurs et aux consommateurs d'autres régions. Le gouvernement britannique s'est lui aussi heurté à l'hostilité de la population locale lorsqu'il a décidé d'étendre les champs d'éoliennes. Les habitants

avaient du mal à accepter les nuisances sonores et visuelles que cela représentait. Ils sont d'ailleurs de moins en moins convaincus que leur sacrifice serait d'une quelconque utilité étant donné le faible ratio capacité installée/disponibilité inhérent à une énergie éolienne rentable seulement en cas de hausse massive et définitive du prix des énergies fossiles ou, comme nous l'avons déjà mentionné, dans un régime permanent de subventions.

L'énergie nucléaire pourrait connaître un renouveau. Aux États-Unis, le président Obama a annoncé de nouveaux emprunts au bénéfice du secteur, et le nucléaire est considéré comme une source essentielle d'énergie à faibles émissions de CO₂ en Grande-Bretagne, en Chine et au Japon. La construction de nouveaux sites demande cependant bien plus d'investissements que celle des centrales à charbon et autres énergies fossiles, en raison des coûts liés à la sécurité et aux déchets, et des problèmes de prolifération, réels et imaginaires⁶⁹.

Les technologies nécessaires au développement des énergies primaires à faibles émissions de carbone ont donc fort à faire pour s'imposer.

Nous pensons par conséquent que la dépendance des pays émergents vis-à-vis de des énergies classiques s'accroîtra tant que l'écart de prix et de technologies par rapport aux énergies alternatives ne se réduira pas. À l'heure actuelle, la Chine intensifie le déploiement de sites nucléaire et d'énergies alternatives pour des raisons qui vont naturellement au-delà des réductions d'émissions de CO₂, car elle cherche aussi à accroître sa sécurité énergétique, réduire la pollution de l'air et renforcer son statut de leader du marché. Mais la Chine ne développe pas l'énergie alternative à un rythme suffisamment rapide pour ralentir de façon substantielle l'expansion de l'exploitation énergétique du charbon, et encore moins pour la remplacer. Comme l'Inde, la Chine a été très claire sur le fait qu'elle n'accepterait aucune contrainte de l'étranger sur son taux de croissance, qui se traduit par une utilisation intensive des combustibles fossiles. La même situation prévaut dans un grand nombre de pays en développement.

Il sera donc difficile d'intensifier la décarbonisation de l'économie mondiale avant de faire baisser le coût et de renforcer la fiabilité de l'approvisionnement énergétique à faibles émissions de carbone, ce qui requiert des améliorations radicales des technologies actuellement disponibles. En bref, nous devons procéder à une véritable révolution technologique⁷⁰ dans tous les domaines pour renforcer l'efficacité de la conversion lumière solaire/électricité; pour que les plantations destinées à la fabrication de biocarburants soient moins coûteuses et cultivées sans avoir besoin de recourir à des énergies utilisant de façon intensive les combustibles fossiles et sans que le coût d'opportunité soit trop élevé par rapport à la production alimentaire; pour limiter l'énergie nécessaire à la fabrication des batteries et pour qu'elles puissent stocker plus d'énergie dans moins d'espace. Les éoliennes présentent une faible intensité énergétique, ce qui est une

simple donnée physique. Il est donc difficile d'y remédier si ce n'est en la compensant par le déploiement d'un grand nombre de turbines dans des zones désertiques et très venteuses comme en Mongolie ou dans la Sierra Nevada, et à condition que ne se pose pas le problème des lignes de transport que nous avons mentionné plus haut, malheureusement ces emplacements ne sont pas si nombreux. Pour faire baisser le prix des sites nucléaires, ils devront sans doute être plus petits, construits en masse, respecter la réglementation anti-prolifération, et stocker leurs déchets, les recycler, ou trouver une solution alternative satisfaisante.

Les enjeux techniques à relever dans le cadre de la recherche, du développement et du déploiement d'énergies propres sont l'amélioration de l'efficacité des panneaux solaires et de la densité énergétique des batteries électriques et des piles à combustibles, le développement de biocarburants de troisième génération (cellulosique), et la résolution des problèmes d'élaboration et les matériaux associés à la construction massive de minicentrales nucléaires autonomes. Ces améliorations, qui doivent porter sur le coût et les performances, ne pourront se faire qu'avec la participation déterminée des gouvernements.

Ces efforts doivent être le fait du secteur public pour plusieurs raisons. Premièrement, le financement de la R&D par des fonds privés est extrêmement faible dans le secteur de l'énergie, et ce dans le monde entier car il y a peu de mesures incitatives en faveur de l'innovation. Aux États-Unis, l'industrie pharmaceutique investit 20 % des bénéfices dans le R&D, les technologies de l'information 15 %, et les semi-conducteurs 16 %, tandis que les secteurs de l'énergie que 0,23 %⁷¹. Les raisons de ce manque d'investissements sont claires: l'énergie est bon marché, et l'électricité est la même qu'elle vienne d'une source ou d'une autre. Dans le secteur pharmaceutique américain en revanche, les investissements du secteur public s'élèvent annuellement à 30 milliards de dollars, ceux du privé représentant presque le double, car le vieillissement de la population exige de développer de nouveaux traitements pour de nombreuses maladies⁷².

En second lieu, les frais élevés d'investissement dans le domaine de l'énergie, comparés par exemple à ceux réalisés dans le développement de logiciels, freinent fortement l'engagement du secteur privé dans des technologies énergétiques coûteuses et qui n'ont pas encore fait leurs preuves.

Les obstacles qui ralentissent le développement de nouvelles technologies énergétiques par le secteur privé (coûts d'investissement élevés, faible différenciation des usages finaux, avantages limités pour le premier développeur, faibles coûts peu élevés des sources d'énergie traditionnelles) sont sans doute trop importants pour être surmontés. En fait, pratiquement toutes les technologies visant à diminuer les émissions de CO₂ ont été élaborées par le secteur public, et non privé⁷³.

La France et la Suède sont les pays qui ont le plus décarbonisé leur production d'énergie, respectivement grâce au déploiement d'un réseau de centrales nucléaires et de centrales hydroélectrique. En revanche, le système européen d'échanges de quotas d'émissions (ETS) et les autres politiques basées sur la tarification ou l'échange d'émissions n'ont pas réussi à entraîner de développement substantiel des technologies à énergies propres, bien qu'elles aient réussi à attribuer un prix à la tonne de carbone (très applaudi mais aussi très volatil, il s'est déjà effondré trois fois dans la courte histoire de l'ETS)⁷⁴.

Le cas de la France et de la Suède nous enseigne deux leçons importantes. La première est très générale: les gouvernements ne doivent pas se contenter de *pousser* l'innovation par la R&D, la fixation de normes ou la démonstration, ils doivent aussi *tirer* les nouvelles technologies énergétiques sur le marché en tant qu'acheteurs de premier plan. Le gouvernement/consommateur de nouvelles technologies a en fait été l'un des principaux catalyseurs, voire *le* catalyseur, de toutes les innovations technologiques depuis la deuxième guerre mondiale dans un grand nombre de domaines, avions, systèmes de télécommunications, technologies de l'information, etc.⁷⁵ Cela est encore plus vrai dans le cas des technologies énergétiques pour les raisons que nous avons énumérées. La deuxième leçon est un peu plus spécifique, et caractéristique de la pensée de Capability Brown. Dans chaque cas, il y avait une forte motivation pour agir de laquelle le programme énergétique. Dans les deux cas, il existait une forte motivation, autre que la réduction des émissions, qui a permis au programme énergétique d'apporter des avantages supplémentaires. Dans le cas de la France, il est notoire que la crise de Suez, en 1956, a déclenché une réaction souverainiste du gouvernement qui s'est promis que la sécurité de l'approvisionnement énergétique de la France ne serait plus jamais laissée à la merci des puissances anglo-saxonnes.

Il est presque certain que de lourdes contraintes politiques et économiques empêchent ces nouvelles technologies très subventionnées de se généraliser à une échelle suffisamment importante pour leur permettre d'influer de façon significative sur les émissions de CO₂ à l'échelle mondiale, notamment dans les pays en développement, qui vont en générer d'énormes quantités. Réduire les coûts doit être l'objectif majeur et explicite des politiques de déploiement. Mais ce qui déterminera quelles technologies se développeront et lesquelles seront abandonnées à longue échéance, c'est la réduction constante de ces coûts, *en dehors de toute subvention*.

C: Quel financement: le cas d'une taxe carbone dédiée

Comme l'ont montré les récentes tentatives, s'il semble simple d'appliquer une taxe sur le carbone pour modifier le comportement du consommateur, la demande énergétique est très peu élastique. De plus, il n'a pas été possible d'élaborer une réglementation fiscale permettant de réduire la demande ou de

stimuler l'innovation de façon efficace tout en étant acceptées ou mêmes bien tolérées par les électeurs.

Le choix de l'approche directe pour fixer le prix du carbone était erroné pour quatre raisons.

Premièrement, pour qu'une taxe soit économiquement efficace, le coût marginal des émissions doit être équivalent aux dommages marginaux occasionnés. L'estimation correcte de ces dommages est extrêmement difficile et controversée. Elle varie, selon les experts, entre 15 et 300 dollars pour une tonne de carbone. Il est difficile d'évaluer l'ampleur et le rythme des dégradations climatiques dues aux émissions du fait de l'incertitude du modèle climatique mais aussi de la subjectivité du prix que l'on accorde à des éléments immatériels tels que les paysages, la biodiversité, etc. Mais même si l'on parvient à s'accorder sur un tarif "efficace" du carbone, disons autour de 40 dollars la tonne, d'autres obstacles commencent vite à apparaître.⁷⁶

Deuxièmement, l'incapacité des responsables politiques à définir un marché du carbone à l'échelle mondiale risque de conduire, comme le montre l'expérience européenne, à une fuite du carbone des zones réglementées aux zones non réglementées, ainsi qu'à un contournement ou un non respect des lois dans les zones réglementées⁷⁷.

Troisièmement, dans le cadre de l'ETS, l'expérience la plus aboutie à ce jour, les gouvernements se sont retrouvés tiraillés entre leur ambition de se présenter comme des partisans sérieux de la décarbonisation et leur crainte de s'aliéner les électeurs. C'est ce qui rend le jeu des compensations autorisé par le *Mécanisme pour un développement propre* non seulement utile mais aussi politiquement séduisant⁷⁸.

Le quatrième point, qui est peut-être comme nous venons de le montrer le plus important, est l'absence de solutions alternatives. Il est illusoire de penser que la taxation du carbone poussera la majorité des entreprises à entreprendre les travaux de R&D nécessaires⁷⁹. Et ce, pour une raison simple, c'est que la recherche fondamentale, le développement et la démonstration, sont en général difficiles à breveter. Le marché ne dispose donc pas de mesures d'incitation pour leur financement. On peut citer à ce propos les différends qui ne cessent de secouer l'industrie pharmaceutique et tournent le plus souvent autour du contrôle et de la cession des droits de propriété intellectuelle. Comme nous l'avons expliqué un peu plus haut, la révolution technologique ne pourra en grande partie être menée à bien que grâce à des investissements dans la recherche, le développement, la démonstration et le déploiement. C'est pourquoi le financement public à long terme est essentiel et la mise en place d'une taxe dédiée si importante.

Dans le domaine des bonnes pratiques, l'industrie sidérurgique japonaise, citée en exemple dans l'étude de cas, fait exception. L'approche sectorielle

adoptée visant à harmoniser les conditions de concurrence dans ce domaine est aussi une bonne pratique mais n'est pas encore la norme. La plupart des entreprises sont tout simplement incapables de financer des recherches à l'échelle requise même si elles doivent payer un prix élevé pour leurs émissions de carbone. Elles préfèrent délocaliser ou échanger des droits d'émissions. Tout tarif prohibitif ou plafond d'émissions se traduirait donc par un ralentissement de la croissance économique ou par des délocalisations des entreprises polluantes (fuite de carbone), ce qui s'est confirmé dans la pratique, notamment en ce qui concerne les délocalisations.

Si l'on admet qu'au début l'innovation devra nécessairement être financée par le secteur public (même si elle est mise en œuvre majoritairement par des entreprises privées sous contrat public), envisageons maintenant une taxe "inefficace" (de façon strictement théorique): c'est-à-dire une taxe qui ne s'aligne pas sur les dommages marginaux des émissions. Nous proposons ici une taxe dédiée qui ne cherche pas à modifier la consommation à court terme comme tentait de le faire l'approche *Cap & trade* (marché des droits d'émissions)⁸⁰. De la même façon, nous tenons à souligner que la forme et l'objectif de cette taxe sont très différents de celle qui a été proposée en septembre 2009 par le gouvernement français, invalidée en janvier 2010 par le Conseil constitutionnel, et abandonnée le 23 mars 2010 par Nicolas Sarkozy⁸¹. Le gouvernement français s'était rendu compte qu'une taxation à l'échelle européenne avait peu de chances d'être adoptée dans un proche avenir et qu'une action était requise au niveau national. Mais l'objectif annoncé était d'influer de façon importante sur le comportement et de se servir de l'action de l'exécutif français pour entraîner le reste de l'Union européenne à sa suite. Cette taxe aurait ainsi créé un précédent pour une harmonisation à l'échelle au niveau de l'Union. Elle avait donc plusieurs aspects et a provoqué d'importants clivages parmi la population entre ardents défenseurs et farouches opposants.

Notre stratégie est en comparaison plus modeste et plus spécifique. La priorité politique des gouvernements ne serait plus focalisés sur les réductions d'émissions comme auparavant aux termes de Tokyo, mais privilégierait les engagements crédibles et à long terme et l'investissement dans l'innovation⁸². Une taxe carbone augmentant graduellement mais initialement peu élevée présente l'avantage d'enrayer les effets de croissance négative. Nous sommes conscients que les responsables politiques en général, et les ministères des finances en particulier, ne supportent pas le principe de la taxe dédiée car il leur lie les mains. Nous considérons au contraire que c'est un avantage car on sort alors du champ politique, ce qui permet de restaurer la confiance du public envers des élites politiques actuellement plutôt mal considérées dans de nombreuses démocraties. Cette solution est possible. En février 2010, le ministre indien des finances a prévu dans le budget de l'Union un Fonds national de l'énergie propre pour soutenir la RD&D. Celui-ci sera financé par une taxe de 50 roupies prélevée sur chaque tonne de charbon indien ou importé⁸³.

Nous sommes conscients que des mesures appropriées devront ensuite être mises en place pour gérer le produit de cette taxe et répartir les investissements. Les modèles d'innovation devront être analysés. Les exemples que nous proposons n'ont pas la prétention d'être un plan immuable. Nous savons par expérience que les pays feront sans doute montre de plus d'efficacité en ce domaine que des organismes internationaux. La Chine, l'Inde et les États-Unis notamment, ne sont guère intéressées à entreprendre des projets au niveau multilatéral. En ce domaine, l'approche du Fonds mondial de lutte contre le sida, la tuberculose et le paludisme est particulièrement pertinente dans la mesure où il a dû, lui aussi, promouvoir de façon efficace les travaux de recherche de Blue Skies, exportateur de fruits frais. Pour éviter les solutions toutes faites, le Fonds a explicitement refusé de privilégier au préalable un modèle de recherche. Il a préféré solliciter des contributions sous forme de modèles médicaux pour de nouveaux médicaments, de nouvelles idées de traitement, etc. Le Fonds a investi du temps et de l'argent pour procéder à des examens intensifs et de haut niveau à travers son groupe de révision technique, il a travaillé avec les postulants puis a investi dans les projets les plus prometteurs en allouant des bourses. Il a ainsi favorisé le succès et brisé la spirale de l'échec⁸⁴. Il existe d'autres exemples. L'Alliance mondiale pour les vaccins et l'immunisation a récemment annoncé des engagements visant à inciter l'industrie pharmaceutique à élaborer des vaccins pour les pays pauvres. Le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale a mis en place un réseau de centres régionaux de recherche permettant de jeter les bases scientifiques et technologiques de la révolution verte. La façon dont le gouvernement indien choisira de gérer le produit de cette nouvelle taxe dédiée sur le charbon sera du plus grand intérêt.

Le modèle conceptuel du Fonds mondial de lutte contre la tuberculose, le sida et le paludisme est innovant et nous pensons qu'il y a beaucoup à en apprendre. C'est ce type de solutions institutionnelles innovantes qui peuvent être trouvées et doivent être développées. Les trois exemples que nous venons de donner illustrent la façon dont les défis d'aujourd'hui peuvent être relevés.

La taxe dédiée proposée devrait servir à concevoir, développer et démontrer les technologies sans carbone ou à faibles émissions de carbone. Il offrirait un moyen fiable de financer les travaux de R&D essentiels à la décarbonisation. De par sa nature lentement progressive, la taxe servirait de signal d'alarme aux entreprises, les incitant à se lancer dans les technologies à faibles émissions de carbone, ce qui permettrait de développer des ajustements spécifiques selon les entreprises⁸⁵. Ces deux caractéristiques d'une taxe dédiée progressive sont la voie la plus rapide vers une économie pauvre en carbone.

Le succès d'une taxe dédiée dépendra largement de la capacité des responsables à reconnaître les erreurs du passé, à adopter une taxe peu élevée, que les contribuables pourront accepter, à allouer de façon convaincante le produit de cette taxe et, de façon aussi convaincante, à aider les instituts de recherche à gérer ce financement de façon efficace. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, les précédents historiques suggèrent que les gouvernements auront eux aussi un rôle important de "promoteur" à jouer en tant que premier client. Ce rôle ne consiste bien sûr pas à choisir à l'avance les technologies que l'on préfère et à favoriser les distorsions du marché avec des subventions, ce qui jusqu'ici, n'a généralement pas été une réussite.

L'idée sous-jacente est que le modèle de Kaya peut aider à restaurer la confiance du public ce qui, comme nous l'avons fait observer au début de cette communication, est un prérequis indispensable pour pouvoir mettre en œuvre des actions efficaces dans le cadre de la politique climatique, thème vital, complexe, et jusqu'ici mal compris et mal géré.

CONCLUSION

Si cette communication s'est employée à redéfinir la thématique climatique autour des valeurs de dignité humaine, ce n'est pas uniquement parce qu'il s'agit d'un projet noble, ou bon, ou nécessaire, mais aussi et surtout parce que cette redéfinition est susceptible d'être plus efficace que la culpabilisation, démarche qui a fait la preuve de son échec. Garantir un accès pour tous, y compris pour les plus pauvres, à des énergies bon marché, est réellement et littéralement libérateur. Élaborer des façons de réagir face aux aléas climatiques est l'expression d'une solidarité réelle à l'échelle mondiale. Améliorer la qualité de l'air que l'on respire est indéniablement un enjeu d'intérêt public. Un tel changement de perspective exige de revoir de fond en comble le programme climatique. Dans la logique de Capability Brown, nous pensons que la meilleure façon d'aller au-delà des discours et de faire des progrès réels sur la décarbonisation de l'économie mondiale est d'adopter une approche indirecte. Pour y parvenir, nous recommandons l'adoption d'une stratégie fondée sur l'innovation et financée par une taxe carbone dédiée, aussi élevée qu'il est possible sans que l'opinion la rejette, ce qui équivaldra certainement à un prix assez faible, si l'on tient compte des leçons que nous ont enseigné l'abandon au mois de mars de la proposition de taxe carbone par le gouvernement français. Nous sommes convaincus que cette perspective offre le meilleur potentiel pour garantir une action efficace et durable sur chacun de ces thèmes. Une description détaillée des réponses politiques à ces trois principaux objectifs va bien au-delà de ce que nous avons discuté, ou de ce qui peut être discuté dans le cadre d'un article. Ce n'était d'ailleurs pas notre intention. Nos propositions ont vocation à ouvrir le débat sur le changement radical de perspective que nous prônons et non à le fermer.

Pour changer la perspective de la thématique climatique, il faut aussi renoncer à l'idée de réaliser l'ensemble des objectifs par une politique mondiale unique, parfaite, et qui permettrait de régler tous les problèmes comme par enchantement. Elle n'y a pour l'instant pas réussi. L'approche de Kyoto, devenue globale à la fin 2009, doit de nouveau être divisée en plusieurs champs d'action, nécessitant chacun un traitement et une méthode appropriés. L'adaptation, les forêts, la biodiversité, la qualité de l'air, l'égalité et de nombreux champs d'action très différents, liés à la problématique climatique, doivent être traités de façon indépendante. Cela permettra, dans de nombreux cas, de rendre la politique climatique plus pertinente qu'au cours des dernières années lorsque l'on lui demandait d'endosser tous nos espoirs d'un avenir meilleur. Il est tout aussi important d'éviter qu'un angle d'analyse unique prenne le progrès en otage. S'il s'avère d'améliorer la qualité de l'air à un endroit donné et à un instant T, alors l'adaptation aux impacts climatiques gagnera peut-être en résonance.

Les actions visant à gérer les impacts de l'activité humaine sur le climat doivent également être dissociées, en tenant compte de leur grande diversité. Il est donc nécessaire d'avoir recours non à une politique unique mais à une série de solutions individuelles. Certaines existent aujourd'hui, d'autres restent à développer.

Le changement climatique est un défi qui ne peut être surmonté, il ne peut qu'être amélioré ou aggravé. Notre ambition est de l'améliorer. Cet article doit donc être considéré comme un guide sur la façon dont nous pensons que l'humanité peut mener à bien cette tâche de grande ampleur.

¹ D. Victor, *Global Warming Policy After Copenhagen*, Conférence Willard W. Cochrane sur le thème des politiques publiques, Université du Minnesota, 21 janvier 2010

² Voir le détail des réactions aux notes 33 & 39.

³ Les e-mails les plus controversés sont reproduits et analysés dans A.W Montford, *The Hockey Stick Illusion*, Londres, Stacey International, 2010, p. 402-49. Cet ouvrage détaille les débats qui ont agité les sciences climatiques et notamment la paléoclimatologie dont relevaient la majeure partie des archives de l'Unité de recherche sur le climat. À ce jour, aucune des critiques spécifiques avancées par cet ouvrage n'ont fait l'objet d'une enquête sérieuse par le comité Oxburgh. (par. 9).<http://www.uea.ac.uk/mac/comm/media/press/CRUstatements/Report+of+the+Science+Assessment+Panel>

Les allégations concernant le traitement des demandes d'information, la subversion des processus d'évaluation par des pairs et la gestion générale chaotique des données climatiques continuent de faire l'objet d'une enquête par la commission d'enquête Muir-Russell établie par l'université et qui doit rendre son rapport au printemps 2010. Contexte et mandat de la commission d'enquête dans l'article: M Kinver, *Climategate e-mails inquiry under way*, BBC News, 11 février 2010, <http://news.bbc.co.uk/1/hi/8510498.stm>

⁴ Ce point a été longuement analysé (puis ignoré dans la pratique politique) par T. O'Riordan *et al* dans *Institutional frameworks for political action*, in (eds) S.Rayner & E.L.Malone, *Human Choice and Climate Change*, Vol. 1, Columbus: Battelle Press, 1998, p. 345-439.

⁵ **Professeur Gwyn Prins**, Mackinder Programme for the Study of Long Wave Events, London School of Economics; **Dr Malcolm Cook**, Directeur de programme (Est asiatique), Lowy Institute for International Policy, Sydney; **Professeur Christopher Green**, Département d'économie, Université; **Professeur Mike Hulme**, School of Environmental Sciences, Université d'East Anglia; **Professeur Atte Korhola**, Département des sciences naturelles et environnementales, Université d'Helsinki; **Eija-Riitta Korhola**, Département de philosophie, Université d'Helsinki; **Professeur Roger Pielke Jr**, Center for Science and Technology Policy Research, Université du Colorado; **Professeur Steve Rayner**, Institute for Science, Innovation and Society, Université d'Oxford; **Professeur émérite Akihiro Sawa**, Research Center for Advanced Science and Technology, Université de Tokyo, et directeur de recherche au 21st Century Public Policy Institute; **Professeur Daniel Sarewitz**, Consortium for Science, Policy and Outcomes, Université de l'État d'Arizona; **Professeur Nico Stehr**, Chaire Karl Mannheim d'études culturelles, Université Zeppelin; **Professeur Hans von Storch**, Institute of Coastal Research, GKSS Research Centre & Meteorological Institute, Université de Hamburg; *How to get climate policy back on course* (Comment remettre la politique climatique sur les rails) LSE Mackinder Programme/Oxford University Institute for Science, Innovation & Society, 6 juillet 2009.

⁶ *How to get climate policy back on tracks*, p. 5-6, et note 3, citant J.C. Scott, *Seeing Like a State: How Certain Schemes to Improve the Human Condition Have Failed*, New Haven: Yale University Press, 1998. Ce point fait a depuis longtemps été reconnu par des sources qui font autorité en la matière, mais a été résolument ignoré par les responsables politiques. Voir F.A. Hayek, *The Constitution of Liberty*, London: Routledge, 1960, p. 27; I. Berlin, *The decline of utopian ideals in the West*, (1978), *The Crooked Timber of Humanity: Chapters in the History of Ideas*, (ed.) H. Hardy, Londres, Pimlico, 1990, p. 46-8

⁷ Hartwell House a pris une résonance particulière dans le cadre de nos travaux car c'est ici, en 1850, que se sont réunis les 10 fondateurs de la British Meteorological Society, future Royal Meteorological Society, dont Samuel Whitbread, son premier président.

⁸ J.E. Hansen, D. Johnson, A. Lacis, S. Lebedeff, P. Lee et al.: *Climate impact of increasing atmospheric carbon dioxide*, *Science*, 213 (4511) 1981, p. 957-66; M. Hulme, *Why we Disagree about Climate Change*, Cambridge: CUP, 2009, passim

⁹ R Pielke Jr. *The Climate Fix: What Scientists and Politicians Won't Tell You About Global Warming*, New York : Basic Books, à paraître en septembre 2010

¹⁰ (eds) M Verweij & M. Thompson, *Clumsy solutions for a complex world: governance, politics and plural perceptions*, Basingstoke : Palgrave Macmillan, 2006

¹¹ Voir D. Helm, *Climate change policy: why has so little been achieved?* et notamment sa cinglante analyse de l'ETS, *EU climate-change policy - a critique* in (eds) D. Helm & C. Hepburn, *The Economics & Politics of Climate Change*, Oxford: OUP, 2009.

¹² « Capability » Brown (1716-1783) a laissé des paysages, mais aucun traité. La sensibilité qu'il exprime dans cette phrase a cependant traversé tous les écrits sur l'art paysager et le bon goût.

¹³ G. Prins & S. Rayner, *The Wrong Trousers. Radically rethinking climate policy*, LSE/Oxford 2007, p.38

¹⁴ *How to get climate policy back on tracks*, Fig 1 p.5

¹⁵ M. Thompson et S. Rayner: *Cultural discourses*, in S. Rayner & E.L. Malone, (Eds.), *Human Choice and Climate Change: An International Assessment*, Vol. 1, Battelle Press, 1998; M. Hulme, *Why we Disagree about Climate Change*, CUP, 2009

¹⁶ Pielke, Jr., *The Climate Fix*. Nous ne rentrerons pas dans le débat sur les pics gaziers, pétroliers ou autres, que nous considérons comme une perspective non valide. Ces théories, souvent à bout de souffle et catastrophistes, s'inscrivent dans la logique de décroissance apparue au début des années 1970. Cette théorie a perdu une grande partie de sa crédibilité lorsque l'on s'est aperçu que les pics prévus ne se produisaient pas, que ce soit par l'intervention humaine ou par des changements de conditions. Voir J. Eastin, R. Grundmann, A. Prakash: *The Two Limits Debates: "Limits to Growth" and "Climate Change"*, *Futures* (2010) in press , doi: 10.1016/j.futures.2010.03.001

¹⁷ <http://www.google.org/rec.html>

<http://www.cnn.com/2010/TECH/02/12/bill.gates.clean.energy/index.html>

¹⁸ A Agarwal & S. Narain, *Global Warming in an Unequal World: A case of environmental colonialism*, Centre for Science and Environment, New Delhi, 1991; Lavanya Rajamani: *India's Negotiating Position on Climate Change: Legitimate but not Sagacious*, Centre for Policy Research, New Delhi, 2007, <http://www.cprindia.org/morepolicy.php?s=18>

¹⁹ <http://www.cgdev.org/content/publications/detail/1423191>

²⁰ Pour un aperçu des débats sur la façon d'y parvenir, voir: A.P. Grieshop, C.C.O. Reynolds, M. Kandlikar, H. Dowlatabadi: *A black-carbon mitigation wedge*, *Nature Geosciences* 2, (2010), pp. 533-534.

²¹ T. C. Bond & H. L. Sun, *Can Reducing Black Carbon Emissions Counteract Global Warming?* *Environ. Sci. Technol.*, 39, pp 5921-5926 (2005); C. Reynolds & M. Kandlikar, *Climate Impacts of Air Quality Policy: Switching to a Natural Gas-Fueled Public Transportation System in New Delhi*, *Environ. Sci. Technol.* 42, (2008). pp. 5860-5865.

²² 4^e rapport d'évaluation du GIEC 2007 (Groupe de travail 1), p.206 (Figure 2.22)

²³ Voir O. Venter, W.F. Laurance, T. Iwamura, K. A. Wilson, R. A. Fuller, H. P. Possingham: *Harnessing carbon payments to protect biodiversity*, *Science* 326 (2009) p. 1368; et U. M. Persson, C. Azar, *Preserving the world's tropical forests – a price on carbon may not do*, *Environmental Science & Technology* 44 (2010), pp. 210-215 pour des points de vue sur la façon de dépasser le programme REDD de lutte contre les émissions provenant de la déforestation et de la dégradation des forêts dans les pays en développement.

²⁴ Al Gore dans *Time Magazine*: *Nous devons prendre garde à ne pas détourner la volonté politique de notre premier objectif, qui est la prévention, et à la diluer dans la problématique de l'adaptation*. http://205.188.238.109/time/specials/2007/personoftheyear/article/0.28804.1690753_1695417_1695747.00.html
Voir H. von Storch, *On adaptation – a secondary concern?*, *The European Physical Journal Special Topics*, 176(1) 2009), pp. 13-20. doi: 10.1140/epjst/e2009-01145-0.

²⁵ N. Luhmann, *Risk. A Sociological Theory*, avec une nouvelle introduction de Nico Stehr et Gotthard Bechmann, New Brunswick, New Jersey: Aldine Transaction ([1993] 2005).

²⁶ S. Rayner, E. Malone: *Ten suggestions for policymakers*, Ch. 4 in (eds) S. Rayner & E. Malone, *Human Choice & Climate Change*, Vol. IV, Battelle, 1998, p.p 109-38; M.L. Parry, N. Arnell, M. Hulme, R.J. Nicholls, M. Livermore, *Adapting to the inevitable*, *Nature* 395, 1998, p. 741; D. Sarewitz, R. Pielke Jr, *Breaking the Global-Warming Gridlock*, *The Atlantic Monthly*, 286(1), 2000, pp. 55-64.; R. Pielke Jr, G. Prins, S. Rayner, D. Sarewitz, *Lifting the taboo on adaptation*, *Nature* 445, 2007, pp. 557-8.

²⁷ Prins & Rayner, *The Wrong Trousers*, p. 13-21; T. Nordhaus & M. Shellenberger, *Breakthrough: From the death of environmentalism to the politics of possibility*, Orlando: Houghton Mifflin, 2007, Ch. 5, p. 105-29.

²⁸ H. Rittel & M. Webber, *Dilemmas in the General Theory of Planning*, *Policy Sciences*, 4, 1973, p. 154-59, appliqué au problème du changement climatique dans S. Rayner, *Wicked Problems: Clumsy Solutions – diagnoses and prescriptions for environmental ills*, Jack Beale Memorial Lecture, UNSW 2006, <http://www.sbs.ox.ac.uk/centres/insis/Documents/jackbealelecture.pdf>

²⁹ L.P. Gerlach & S. Rayner, *Culture and the Common Management of Global Risks*, *Practicing Anthropology*, 10/3, 1988, pp. 15-18.

³⁰ P.M. Haas, *Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination*, *International Organisation*, 46:1, 1992.

³¹ E. Malone & S. Rayner: *Human Choice & Climate Change*, Vol. IV, *What have we learned?*, Battelle, 1998; M. Hulme, *Why we Disagree about Climate Change*, CUP, 2009, p. 359-364.

³² Prins & Rayner: *The Wrong Trousers*, p. 13-14.

³³ P. Kellner: *Climate change a low priority for most Britains* (sic), 6 janv 2010, *YouGov, Founder's Blog*, <http://shakespeare.yougov.com/2010/01/06/peter-kellner-climate-change-a-low-priority-for-most-britains/>

Ipsos Mori poll *Climate change omnibus*, 2010, 24 fév 2010

<http://www.ipsos-mori.com/Assets/Docs/Polls/poll-climate-change-omnibus-results-january-2010.pdf>

F. Newport, *Americans' Global Warming Concerns Continue to Drop: Multiple indicators show less concern, more feelings that global warming is exaggerated*, enquête annuelle Gallup, 11 mars 2010, <http://www.gallup.com/poll/126560/Americans-Global-Warming-Concerns-Continue-Drop.aspx>

³⁴ Hulme, *Why we Disagree about Climate Change*, modèle déficitaire p. 217-19; p. 202-6 et fig. 6.3 (fréquence des articles de presse britanniques, hors tabloïds, entre 1996 et 2007 citant le changement climatique et le terrorisme dans la même phrase.

³⁵ R. Pielke Jr, *The Honest Broker: Making sense of science in policy & politics*, Cambridge, CUP, 2007, pp. 40-2.

³⁶ D. Sarewitz, *Curing climate backlash*, *Nature*, 3 mars 2010.

³⁷ B. Girod, A. Wiek, H. Mieg, M. Hulme, *The evolution of the IPCC's emissions scenarios*, *Environ. Sci. Policy* 12(2), 2009, p. 103-118, Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.envsci.2008.12.006.

³⁸ Comparons deux sources. D'un côté, l'énorme dossier intitulé *Science: driving our response to climate change* qui annonce fournir une réponse claire et objective à ceux qui continuent de douter (il est intéressant de remarquer le choix des mots, symptomatique du modèle "déficientaire"), publié fin 2009 par le centre Hadley du service météorologique britannique avec l'aval de trois départements ministériels britanniques, le sceau de l'État et les logos de nombreuses institutions universitaires. De l'autre côté, un doute évident sur les thèmes présentés de façon confidentielle par la brochure et que l'on retrouve dans la correspondance piratée de l'unité de recherche sur le climat de l'Université d'East Anglia, publiée plus ou moins à la même date.

³⁹ Selon le sondage Gallup annuel réalisé en mars 2010 (série questions sociales: environnement), l'opinion publique des États-Unis s'est montrée ces deux dernières années moins préoccupée par la menace du réchauffement climatique, moins convaincue que ses effets se font déjà sentir et plus enclins à croire que les scientifiques eux-mêmes manquent de certitudes. Le sondage indique que 48 % des Américains pensent maintenant que la gravité du réchauffement climatique est exagérée, alors qu'ils n'étaient que 41 % en 2009 et 31 % en 1997. Cette étude, réalisée sur un échantillon de 1 041 adultes aux États-Unis, montre aussi qu'une majorité des personnes interrogées continue de croire à la réalité du réchauffement climatique, même si leur nombre est en diminution. 19 % estiment que les effets du réchauffement climatique ne se feront jamais sentir et 16 % qu'ils ne se feront pas sentir de leur vivant, 36 % pensent que les scientifiques n'ont pas de certitudes sur le réchauffement, 10 % pensent que la plupart des scientifiques ne croient pas au réchauffement climatique.

<http://www.gallup.com/poll/126560/Americans-Global-Warming-Concerns-Continue-Drop.aspx>

⁴⁰ Expliqué sous la forme du "changement de paradigme" in T. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, 1968

⁴¹ La description la plus fine de ce pouvoir a été faite par J. Vansina, *The power of systematic doubt in historical enquiry*, *History in Africa*, 1, 1974, pp. 139-52; On peut voir Jocelyn Bell Burnell expliquer le pouvoir du doute dans sa découverte des pulsars à l'adresse: <http://www.bbc.co.uk/programmes/p0077gdm>; J. E. Lovelock FRS, *Gaia: A New Look at Life on Earth*, Oxford: OUP, 1979, Ch. 3, *The recognition of Gaia*, Table 2 (Composition atmosphérique de Vénus, de Mars et de la Terre), p. 39.

⁴² *Spin, science and climate change*, p. 13 et *The clouds of unknowing*, pp. 81-84, *The Economist*, 20 mars 2010.

⁴³ Tendances du CO₂ dans l'atmosphère, *Recent Mauna Loa CO₂*, NOAA, <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>

- ⁴⁴ Selon les scénarios "business as usual", le niveau de CO₂ aura doublé par rapport au niveau préindustriel d'ici 2050, et sera trois fois plus élevé plus tard dans le siècle. Ces proportions ne sont pas contestées. Les plus récentes études du GIEC ne peuvent toujours pas affirmer avec certitude à quel point la température est sensible au niveau de CO₂, Lord Rees, PRS, *The Challenge of science*, Conférence Athenaeum, septembre 2008.
- ⁴⁵ *Has global warming increased the toll of disasters?*, The Royal Institution of Great Britain. 5 février 2010, <http://www.rigb.org/contentControl?action=displayEvent&id=1000>; Pielke, *The Climate Fix*, *passim*.
- ⁴⁶ Les économies planifiées ont été sans exception beaucoup moins innovantes et plus consommatrices d'énergie. L'URSS et ses satellites, ainsi que la Chine de Mao en sont les exemples les plus représentatifs.
- ⁴⁷ P. Brimblecombe: *Fifty years on from the Clean Air Act*, School of Environmental Sciences, UEA, 2002, http://www.iapsc.org.uk/presentations/1206_P_Brimblecombe.pdf. Ce type de législation commence souvent par être très controversée, comme en témoignent les émeutes qui ont ponctué l'introduction de la loi sur l'utilisation du gaz naturel comprimé dans les transports publics à New-Delhi depuis 1998. Cette ville dispose aujourd'hui d'une des plus importantes flottes de bus et de pousse-pousses roulant au gaz comprimé, et a vu s'améliorer de façon significative la qualité de l'air. Cf Reynolds & Kandlikar, *Climate Impacts of Air Quality Policy: Switching to a Natural Gas-Fueled Public Transportation System in New Delhi*, *cit supra*.
- ⁴⁸ J. Hansen & L. Nazarenko: *Soot climate forcing via snow and ice albedos*, Proc. Nat. Acad. Sci. (PNAS) 101, pp. 423-428 (2003).
- ⁴⁹ J. Tollefson, *Climate's smoky spectre*, Nature 460, 2 juillet 2009, pp. 29-32.
- ⁵⁰ M.Z. Jacobson: *Strong radiative heating due to the mixing state of black carbon in atmospheric aerosols*, Nature 409, pp. 695-697 (2001); V. Ramanathan & G. Carmichael: *Global and regional climate change due to black carbon*, Nature Geosci 1, pp. 221-227 (2008).
- ⁵¹ Le centre météorologique Hadley a introduit une note sur le carbone noir dans son rapport 2009 intitulé *Science: driving our response to climate change*.
- ⁵² K. P. Shine & W. T. Sturges, *CO₂ Is Not the Only Gas*, Science 315, pp. 1804-1805 (2007).
- ⁵³ P. P. Bera, J. S. Francisco, T. J. Lee: *Identifying the molecular origin of global warming*, J. Phys. Chem. A, 2009, 113, pp. 12694-12699.
- ⁵⁴ M. Molina, D. Zaelke, K.M. Sarma, S.O. Andersen, V. Ramanathan, D. Kaniaru: *Reducing abrupt climate change risk using the Montreal Protocol and other regulatory actions to complement cuts in CO₂ emissions*, Réunion de l'Académie nationale des sciences (2010), doi/10.1073/pnas.0902568106.
- ⁵⁵ R. A. Houghton, J. L. Hackler: *ORNL/CDIAC-131, NDP-050/R1*; Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN (2001).
- ⁵⁶ R. A. Pielke Sr.: *Land use as climate change*, Science 310, pp. 1625 (2005); J. A. Foley *et al.*: *Global consequences of land use*, Science 309, pp. 570 (2005); B. Stone Jr.: *Land use as climate change mitigation*, Environ. Sci. Technol. 43 (24), 2009, pp. 9052-9056 (2009).
- ⁵⁷ 4^e rapport d'évaluation du GIEC 2007.
- ⁵⁸ B. Stone Jr.: *Land use as climate change mitigation*, Environ. Sci. Technol. 43 (24), p. 9052-9056 (2009).
- ⁵⁹ *World Steel in Figure*, 2009, Worldsteel Association, site web: <http://www.worldsteel.org/?action=publicationdetail&id=90>
- ⁶⁰ *Measures for Post Kyoto* (en japonais), Fédération japonaise du fer et de l'acier, novembre 2009, <http://www.jisf.or.jp/business/ondanka/kouken/post-kyoto/index.html>

⁶¹ Groupe de travail "Acier" du Partenariat Asie-Pacifique sur le développement propre et le climat, Projets phare, présentation par Joji Tateishi, 15 octobre 2007, 2^e réunion ministérielle (New Delhi), http://www.asiapacificpartnership.org/english/second_ministerial_meetpresent.aspx

⁶² http://www.asiapacificpartnership.org/english/steel_tf_docs.aspx

⁶³ *Energy Technology in 2008*, Agence internationale de l'énergie.

⁶⁴ M.I. Hoffert, K. Caldeira, *et al.*: *Energy Implications of Future Stabilization of Atmospheric CO₂ Content*, *Nature* 395, 1998, 6705, pp. 881-884; M.I. Hoffert, K. Caldeira, *et al.*: *Advanced Technology Paths to Global Climate Stability: Energy for a Greenhouse Planet*, *Science*, 298, 5595, 2002, pp. 981-987

⁶⁵ Sur la base d'une subvention de 2,1 cents par kilowatt-heure pour 790 milliards de kWh d'énergie éolienne, représentant une part de 20 % de la production totale d'énergie sur la base de l'année 2009. Département de l'énergie des États-Unis, Production électrique mensuelle, 15 mars 2010, Tableau 1.1, http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/epm/table1_1.html

⁶⁶ <http://www.guardian.co.uk/environment/cif-green/2010/mar/09/george-monbiot-bet-solar-pv>

⁶⁷ On considère généralement que ces deux facteurs (zonage et allocation de fonds publics) ont joué un rôle important dans le fait d'avoir installé des éoliennes sur des sites à faible potentiel. Les performances relevées témoignent d'une faible disponibilité générale, bien inférieures aux prévisions gouvernementales. Dans certaines circonstances exceptionnelles, le problème est encore plus grave. Le 4 janvier 2010, pour la deuxième fois de son histoire, la National Grid (opérateur du réseau énergétique britannique) a émis une alerte pour prévenir que la demande en gaz en Grande-Bretagne était supérieure à l'offre afin de contraindre les gros consommateurs et diverger le gaz pour la génération de l'énergie. Cet hiver, le plus rigoureux depuis 30 ans, la demande d'électricité a grimpé en flèche. Mais les températures très basses étant souvent associées à une forte pression atmosphérique, il n'y avait pas de vent. Entre le 4 et le 7 janvier, la part de l'éolien dans la production d'électricité de la National Grid ne représentait que 0,6 %, celle du charbon est montée jusqu'à 43 %, le gaz couvrait l'essentiel de la demande, le reste étant assuré par le nucléaire (www.bmreports.com/bsp/bsp_home.htm). Mais le parc nucléaire attend sa décommission proche et rien n'est encore en place pour le remplacer et de nombreuses centrales à pétrole et à charbon vont peu à peu être arrêtées d'ici 2015 au titre de la directive européenne relative à la limitation des émissions de certains polluants dans l'atmosphère en provenance des grandes installations de combustion. Là aussi, aucun plan fiable de remplacement n'est prévu. La demande va se reporter sur le gaz, les vieilles centrales à charbon et à pétrole devront simplement être maintenues en activité afin de pouvoir s'éclairer. T. Lodge, *Step off the gas: why overdependence on gas is bad for the UK*, CPS, 2009, Annexe 2: *Planned power station closures by 2015*, p. 31 (19.2GW sur une capacité totale nationale installée de 77GW)

⁶⁸ Voir M. Wald: *Hurdles (Not Financial Ones) Await Electric Grid Update*, *New York Times*, 6 février 2009, <http://www.nytimes.com/2009/02/07/science/earth/07grid.html>

⁶⁹ John M. Deutch *et al.*: *Update of the MIT 2003 Future of Nuclear Power*, 2009, <http://web.mit.edu/nuclearpower/pdf/nuclearpower-update2009.pdf>

⁷⁰ Expression tirée du titre de l'ouvrage de Charles Weiss et William Bonvillian: *Structuring an Energy Technology Revolution*, Cambridge, Mass: MIT Press, 2009.

⁷¹ National Science Board. *Science and Engineering Indicators 2010*, Arlington, VA: National Science Foundation (NSB 10-01), Annexes, tableau 4-14.

⁷² *Ibid*, Appendix Table 14-17; see also G.F. Nemet and D.M. Kammen, *U.S. Energy Research and Development: Declining Investment, Increasing Need, and the Feasibility of Expansion*, *Energy Policy* 35: 2007, pp. 746-755.

⁷³ F.N. Laird, *Solar Energy, Technology Policy, and Institutional Values*, CUP, 2001; voir aussi H. Aki, Z. Arnold, G. Bennett, C. Knight, A. Lin, T. Walton, A. Zemel: *Case Studies in American Innovation*, Breakthrough Institute, avril 2009.

⁷⁴ *The European Union Emission Trading Scheme: a status report*, Mitsubishi Research Institute, Tokyo, avril 2010 et D. Helm (*cit supra* fn 11).

⁷⁵ V.W. Ruttan: *Is War necessary for Economic Growth?*, OUP, 2006; J. Naughton, *A Brief History of the Future: the Origins of the Internet*, London: Weidenfeld & Nicholson, 2000.

⁷⁶ Richard Tol: *The Economic Effects of Climate Change*, Journal of Economic Perspectives, Vol. 23 N° 2, 2009, pp. 29–51.

⁷⁷ D. Helm: *EU climate-change policy – a critique*, in (eds) D. Helm & C. Hepburn, *The Economics & Politics of Climate Change*, OUP, 2009

⁷⁸ *Ibid*; H. Robinson & N. O'Brien: *Europe's dirty secret: Why the EU Emissions Trading Scheme isn't working*, London: Open Europe, 2007

⁷⁹ G.F. Nemet: *Demand-pull, Technology-push, and Government-led Incentives for Non-Incremental Technical Change*, Research Policy, Vol. 38, 2009, p. 700–709

⁸⁰ Voir discussion in (ed.) D. Helm & C. Hepburn, *The Economics & Politics of Climate Change*, OUP, 2009, Ch. 2 & Part IV; *Cap-and-trade's last hurrah*, The Economist, 20 mars 2010, p. 48

⁸¹ *Taxe carbone: la fin de l'ambition écologique et Qui a tué la taxe carbone*, Le Monde, 25 mars 2010, p. 1–3; L. Davies, *Nicolas Sarkozy under fire after carbon tax plan shelved*, The Guardian, 23 mars 2010; A. Evans-Pritchard, *French unrest sees the end of carbon tax*, The Daily Telegraph, 24 mars 2010, p. B8.

⁸² I. Galiana et C. Green, *Let the global technology race begin*, Nature 462, p. 570–571 (3 décembre 2009).

⁸³ Paras 66 & 154 dans discours du 26 février 2010, <http://indiabudget.nic.in/ub2010-11/bs/speecha.htm>

⁸⁴ <http://www.theglobalfund.org/en/rounds/applicationprocess/.wiek>

⁸⁵ I. Galiana et C. Green, *An Analysis of a Technology-led Policy as a Response to Climate Change*, 2009, <http://fixtheclimate.com/component-1/the-solutions-new-research/research-and-development>