

Copenhague : un autre regard

Les modèles climatiques peuvent aboutir à des résultats inexacts en raison du fait qu'ils ne prennent pas en compte des facteurs et des phénomènes importants à d'autres échelles de temps et que la plupart des lois ne sont pas linéaires. Par ailleurs, l'affirmation selon laquelle les aléas extrêmes s'accroîtraient dangereusement au-delà d'un réchauffement moyen de 2 degrés est jusqu'à ce jour dépourvue de fondement.

par Paul-Henri BOURRELIER*

D'autres regards à Copenhague

La conférence internationale de Copenhague, saluée comme un succès par les gouvernements représentant la majorité de la population et les principales forces dynamiques mondiales, mais déplorée comme un échec par l'Europe, a sans aucun doute constitué un tournant important. Elle a été le reflet des changements économiques et géopolitiques planétaires, de la crise et d'une perception trouble des incertitudes scientifiques.

La montée de la puissance des pays émergents (qui portent bien leur nom) et de leurs impacts sur l'environnement est frappante. Leur poids était déjà perceptible à la conférence de Kyoto, au cours de laquelle le délégué indien (plus que le délégué chinois) s'était opposé avec succès à une extension à son pays des engagements adoptés. La réunion, au moment ultime, entre le président des Etats-Unis et les représentants des pays en développement, laissant l'Europe et le Japon à la porte, a accouché de l'Accord, mais a aussi marqué symboliquement le nouvel état des forces et des idées.

Ce qui a été rejeté, sans doute pour longtemps, c'est une gouvernance mondiale descendante se traduisant par un accord limitatif inspiré des concepts européens et adopté sous l'impulsion de l'Onu. Les Etats-Unis, la Chine, l'Inde et aussi la Russie ou encore les pays producteurs de pétrole acceptent seulement une gouvernance à la base, entre des Etats indépendants prenant des mesures d'autolimitation en considération de leur communauté et de leur diversité d'intérêts et se coordonnant, avec le concours de l'Onu. La mondialisation progresse, modestement, par l'établissement des bases scientifiques, par les transferts technologiques et le jeu des instruments économiques communs.

Si l'Europe s'est mal fait entendre, est-ce parce qu'elle est elle-même divisée et que ses institutions ne lui permettent pas d'exprimer une vision politique unifiée ? Sans se montrer paradoxal, on pourrait soutenir qu'elle constitue, justement, un espace expérimental combinant la diversité et une certaine communauté d'action ; forte de son expérience, elle pourrait se présenter comme une

avant-garde dans la nouvelle voie tracée à Copenhague, à condition d'abandonner certaines attitudes héritées du temps où elle était une force dominante, commercialement, militairement et intellectuellement. Elle a échoué parce qu'elle voulait faire adopter un projet imprégné de sa conception du développement apportant seulement, afin d'enlever une décision, la promesse de porter la réduction de ses émissions de gaz à effet de serre de 20 à 30 %, cadeau peu enthousiasmant d'une zone en déclin relatif. A la gouvernance spécifique des Nations Unies s'est articulée la gouvernance craintive et pleine de suffisance de l'Europe. Kyoto avait pourtant constitué un avertissement...

Les deux pays leaders, les Etats-Unis et la Chine, misent sur une forte dynamique technique et économique. La vision américaine est ancrée sur sa culture pionnière et il ne faut pas s'illusionner sur l'importance du changement institué par le nouveau président américain. La Chine, quant à elle, est représentative de la sensibilité des pays émergents ; tirant les leçons de son déclin depuis trois siècles alors qu'elle menait en tête la course mondiale à la puissance, elle admire et assimile la technologie occidentale et elle exploite, comme tous les pays d'Orient, son sens de la négociation, tout en cultivant les valeurs qui sont les siennes depuis des millénaires ; l'Empire du milieu, convaincu de sa centralité, se montre très réticent à se plier à l'application d'un droit universel.

Quant aux positions des pays en développement, on peut retenir, là encore schématiquement, la parole d'un représentant déclarant que son pays est déjà « dans le tunnel de la mort ». Comment demander à ces pays d'adhérer à une politique qui vise à éviter – pour les nantis et pour ceux qui accèdent à la table du festin – une catastrophe annoncée dans un siècle ? Ils ne peuvent qu'essayer de monnayer l'aide de tous, en supputant les opportunités.

La scénographie de Copenhague a fait le reste, avec la maladresse des autorités organisatrices, le forcing des uns, les réticences des autres. La diversité géopolitique répondait à la diversité des manifestations locales des climats, contredisant la démarche globale du GIEC.

Adoptons donc une démarche ouverte prenant en compte la diversité des cultures, la dynamique des forces socio-économiques nouvelles, l'innovation et les incertitudes ! La diversité des regards nous oblige à jeter un nouveau regard sur la problématique.

Une conception élargie des ressources de la planète

Quelle problématique ? Celle qui englobe toutes les autres est l'usage des ressources planétaires au service du développement des sociétés jusqu'à présent écartées du *Festin de la Terre* (pour reprendre le beau titre de l'ouvrage d'Eric Fottorino). Ces ressources sont composées de tous les produits propres à satisfaire les besoins d'alimentation, d'eau, d'énergie, de construction, de services, mais aussi les sites et milieux tels que les sols pour l'agriculture, les villes pour l'habitat, les infrastructures pour les échanges et les espaces pour le stockage de déchets.

Historiquement, des avertissements sur les limites des ressources matérielles étaient déjà lancés par Malthus à l'aube du XIX^e siècle et de la révolution industrielle, et par le Club de Rome à la fin des « Trente glorieuses », en prémisses au premier choc pétrolier. Que les prédictions pessimistes se soient révélées grossièrement inexactes n'invalide pas l'impératif de vigilance, mais montre qu'elles étaient établies de façon trop simpliste et qu'il faut plus subtilement mettre en balance les contingences naturelles et les capacités innovatrices, toujours sous-estimées. Jared Diamond a montré que les civilisations qui ont ignoré cet équilibre ont fini par s'effondrer. Analysant *L'enfermement planétaire*, André Lebeau a tenté une nouvelle exploration, les limites contrastant avec l'expansion quasi indéfinie des ressources immatérielles.

L'acuité du questionnement actuel résulte de l'accélération du développement : en gros, un milliard d'habitants des pays émergents est en passe d'accéder au niveau de vie réservé jusqu'à présent à un nombre équivalent d'habitants des pays industrialisés. Ce doublement, en quelques décennies, de l'effectif des privilégiés constitue un bouleversement inédit, d'autant qu'il ne sera pas possible de laisser sur le bord du chemin les sept autres milliards d'hommes que comptera l'humanité en fin de siècle. Un ordre de priorité s'impose, comportant l'urgence pour les ressources (a) indispensables à la vie, (b) susceptibles de provoquer des conflits graves, des situations insupportables ou d'autres formes de catastrophe et, (c) menacées de disparaître ou d'être irréversiblement détériorées.

C'est dans ce contexte qu'il faut maintenant parler de la ressource carbone, un élément d'une grande ubiquité qui intervient par ses combinaisons minérales et organiques dans les matériaux, la biologie, l'énergie, la vie. La frontière entre ces présences est poreuse, et elle l'est même avec des ressources immatérielles précieuses puisque le carbone est un des éléments de l'intelligence et des valeurs morales : Primo Lévi en fait une démonstration admirable dans le dernier chapitre du *Système périodique*.

Élément fondamental de la vie et de l'évolution, le carbone doit être suivi, parfois à la trace, dans ses flux biogéo-

chimiques et ses stocks. Si l'on estime assez précisément les émissions de combustion et les quantités oscillantes du compartiment atmosphérique, on connaît médiocrement les données océaniques et on n'évalue que très grossièrement les flux d'échanges de la biosphère et le stockage dans les sols. Si le cycle du carbone est bouclé, c'est par défaut.

Le carbone comme ressource minérale

Les ressources de carbone-énergie utilisées ont été d'abord le bois et les autres formes de biomasse combustible, puis le charbon, base de la première révolution industrielle, largement relayé ensuite par le pétrole puis le gaz, auxquels pourraient s'ajouter des molécules présentes en quantités considérables et qualifiées aujourd'hui de non conventionnelles. Le « mix » des combustibles prélevés sur les stockages géologiques issus de la transformation biologique de l'énergie solaire n'a donc cessé d'évoluer pour répondre aux demandes croissantes d'énergie.

Cette évolution a été pilotée par la compétitivité relative des sources, à savoir l'économie des opérations d'extraction, de transport et d'utilisation. Le pétrole dispose ainsi d'un avantage de production pour les gisements les plus favorables, et d'utilisation dans le secteur des transports, tandis que le charbon s'est replié sur le secteur des grandes centrales électriques et autres installations concentrées. Les avantages des filières les plus compétitives ont donné lieu à l'appropriation de rentes gigantesques non seulement par les producteurs et les consommateurs (en fait, principalement par les États – au moyen de nationalisations, pour la production, et de l'impôt, pour la consommation), mais aussi par l'ensemble des opérateurs.

Les prix des marchés ont reflété, depuis quarante ans, par une forte hausse marquée d'épisodes de grande volatilité, les coûts croissants des ressources marginales dans lesquelles on a pioché : d'abord les pétroles et gaz naturels situés dans des gisements les plus difficiles d'accès et d'exploitation, par exemple dans l'*off shore*, de plus en plus profond ; récemment, les pétroles non conventionnels, comme les huiles lourdes du Venezuela ou les sables bitumineux canadiens, avec un retour en force du charbon, et bientôt, probablement, du gaz des déserts occidentaux chinois, de l'Arctique ou extraits de schistes des États-Unis. Il faut rémunérer les frais de traitement, de transport, d'innovation, de prise de risque. Le marché des producteurs d'électricité, le grand vecteur de l'énergie distribuée, joue un rôle essentiel de mise à équivalence des prix marginaux du gaz (le pétrole ayant pratiquement abandonné ce débouché moins rémunérateur), du charbon, du nucléaire, de l'hydroélectricité et d'autres ressources renouvelables.

Ces prix ne représentent pas vraiment des « fondamentaux » d'un équilibre mythique évoluant continuellement puisqu'ils incluent tantôt des charges s'apparentant à des rentes, tantôt des subventions, comme celles dont bénéficient certaines productions charbonnières pour des motifs sociaux ou d'indépendance nationale, et celles qui sont actuellement accordées aux énergies nouvelles. Les décisions sur les productions marginales sont déterminées par



© Jiri Rezac/REA

« Les prix des marchés ont reflété [...] les coûts croissants des ressources marginales dans lesquelles on a pioché : d'abord les pétroles et gaz naturels situés dans des gisements les plus difficiles d'accès et d'exploitation [...] ; récemment, les pétroles non conventionnels, comme les huiles lourdes du Venezuela ou les sables bitumineux canadiens [...] ». Symbole de la marque Shell au siège de Shell Canada à Calgary.

les stratégies d'approvisionnement et de compétition – voire de puissance militaire, en ce qui concerne le nucléaire.

Si la croissance des prix à long terme est certaine, la prévision de leur niveau, après une période de transition qui pourrait s'étendre sur plus d'un siècle, est impossible pour de nombreuses raisons, telles que l'incertitude sur l'ensemble élargi des ressources énergétiques, le progrès technologique, intense mais par nature imprévisible et la capacité des opérateurs de financer les investissements, l'effet partiel de « cliquet » à chaque crise, qui fait déferler des vagues de hausse touchant par contagion tous les secteurs de l'approvisionnement en produits de base, le renchérissement dû aux exigences de sécurité et de protection de l'environnement (par exemple, pour l'*off shore* pétrolier profond) s'imposant aux chaînes de production et d'acheminement, et enfin, l'incertitude sur la demande du futur.

Le plus court terme est affecté par ces incertitudes, mais autrement. Le *peak oil*, ce moment où la production de pétrole commencera à décliner, est un symbole. Il adviendra, mais peut-être sera-t-il en forme de plateau, comme le suggère Weymuller, ou de montagne russe. Mais quand, comment, après quels chocs anticipateurs, suivis par quelles répliques ? Le développement, foudroyant depuis dix ans, de l'économie virtuelle a donné une nouvelle dimension aux opérations des investisseurs financiers et accru la volatilité

des marchés des ressources, surtout (mais pas seulement) de celles dont les meilleures tranches se raréfient : pétrole et certains minéraux, produits alimentaires, localement l'eau, les sols, les droits fonciers...

Le carbone-déchet, l'atmosphère et le climat

A l'autre extrémité de la filière des combustibles fossiles – segment du grand cycle du carbone –, l'émission dans l'atmosphère de quantités croissantes de CO₂ suscite les inquiétudes climatiques. L'augmentation continue, jusqu'au doublement ou davantage au cours des prochaines décennies, de la teneur de ce gaz présent naturellement sous forme de traces dans l'atmosphère peut être attribuée au transfert vers celle-ci, subsistant 200 ans, en moyenne, de la moitié environ des émissions provenant des combustibles fossiles et des déboisements massifs pratiqués par l'homme.

L'effet radiatif des gaz de l'atmosphère, que l'on désigne par l'expression « effet de serre », a été identifié voici de cela deux siècles et une première évaluation du réchauffement qui pourrait résulter des combustions a été tentée par le savant suédois Svan Arrhénius, il y a plus de cent ans. Les connaissances climatologiques ont récemment bénéficié, comme la météorologie, de moyens nouveaux : observations spatiales, datations et mesures paléo-climatiques et modélisation, avec des répercussions sur d'autres disciplines, comme l'histoire et la géographie climatiques. Depuis 1989,

les travaux de l'IPCC (*International Panel on Climate Change*, improprement traduit par GIEC : Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat, où le mot expert, surajouté, n'est pas neutre) ont fait particulièrement progresser la connaissance des effets radiatifs dans l'atmosphère.

On peut, me semble-t-il, schématiser le constat comme suit :

- ✓ le climat a connu depuis deux millions d'années une succession de glaciations et de réchauffements, que l'on peut rattacher aux oscillations de l'orbite terrestre ; les phases de réchauffement ont été suivies, avec des décalages de l'ordre de 800 ans, de hausses de la teneur en CO₂ de l'atmosphère, ce qui n'exclut pas que cette rétroaction ait pu avoir un effet amplificateur.
- ✓ des variations ont lieu à l'échelle de plusieurs siècles : période chaude du Haut Moyen Âge (du 11^e au 15^e siècle), petit âge glaciaire, puis réchauffement, depuis 1850, jusqu'aux températures actuelles, qui sont comparables à celles des plus hautes chaleurs du Moyen Âge. La cause paraît être à rechercher dans les variations de l'activité solaire.
- ✓ des cycles de durée plus courte, de 10 à 70 ans, se discernent ; ainsi, le réchauffement a été rapide dans les périodes 1910-1940 et 1970-2000, avec une légère tendance au refroidissement entre elles et dans les dix der-

nières années. Cette succession de phases pourrait être imputable aux caractéristiques intrinsèques de la planète, en particulier aux oscillations océaniques, qui ont une grande influence sur les climats locaux, sans exclure l'influence des variations solaires (dont l'impact des cycles de onze années est difficilement perceptible).

- ✓ les variations des climats des diverses zones géographiques ne sont pas synchrones ; une valeur moyenne de la température est difficile à établir et ne vaut que comme un indicateur sans réalité physique.
- ✓ les relevés des changements brutaux (événements extrêmes) au cours des mille dernières années montrent le caractère chaotique de leur déroulement.

La complexité du climat est donc telle que toute représentation est une simplification. En plus des variations astronomiques prévisibles, interviennent les mouvements océaniques, l'effet de serre de nombreuses molécules, les irrégularités des émissions solaires et cosmiques reçues par notre planète, les manifestations de la dynamique interne du globe (comme les éruptions volcaniques), les impacts des modifications du sol et de la végétation. La plupart des « forçages » sont mal compris parce qu'ils sont faibles, doivent être intégrés sur une longue durée et provoquent des effets non linéaires.

La modélisation climatique réalisée par itération sur cent années, à pas de 10 minutes, à partir de modèles météoro-



© NORDIC PHOTOS/ANDIA

« La complexité du climat est donc telle que toute représentation est une simplification. En plus des variations astronomiques prévisibles interviennent les mouvements océaniques, l'effet de serre de nombreuses molécules, les irrégularités des émissions solaires et cosmiques reçues par notre planète, les manifestations de la dynamique interne du globe (comme les éruptions volcaniques), les impacts des modifications du sol et de la végétation ». Eruption du volcan Eyjafjallajökull (Islande) en avril 2010.

logiques adaptés, constitue la réponse que le GIEC pouvait donner à la mission qui lui était assignée : expertiser le risque de changement climatique provoqué par l'homme. Elle fournit, en fonction des caractéristiques des modèles et des scénarios de développement économique, de longues séries de situations météorologiques d'où on déduit des états climatiques. Quelle est l'erreur, au terme de 5 millions d'itérations, chacune étalonnée au mieux, mais approximative ? Le cumul peut aboutir à un résultat complètement inexact, parce que les modèles ne prennent pas en compte des facteurs et des phénomènes importants à d'autres échelles de temps et que la plupart des lois ne sont pas linéaires. L'inter-comparaison des résultats renseigne sur les sensibilités relatives des modèles, mais pas sur l'incertitude à l'aboutissement du parcours puisqu'ils ont les mêmes faiblesses génétiques. Comme l'indique le GIEC, les incertitudes portent particulièrement sur la présence et les changements d'état de l'eau dans l'atmosphère (vapeur, nuages sous diverses configurations) ; les mouvements océaniques et leurs interférences avec les cycles solaires sont mal compris, alors qu'ils génèrent des oscillations caractéristiques intrinsèques de la planète, que les modèles ont été incapables de représenter. Henri Atlan souligne que la modélisation de systèmes complexes reposant sur un trop petit nombre de mesures ne permet pas de choisir entre un grand nombre de modèles. L'erreur est d'avoir cru pouvoir contourner la complexité par des modèles linéaires, qui décomposent finement le temps par des itérations multiples ; il est illusoire d'espérer que le décalage des prévisions, évidente dès la première décennie du siècle, se corrigera à la fin de celui-ci (1) (voir l'encadré 1).

Les informations données par les modèles sur les tendances et les états possibles de la répartition des climats sur le globe sont cependant très riches d'indications potentiellement exploitables. On admet souvent, sans pouvoir en apporter la preuve, que les projections sont significatives pour la hausse de température moyenne, la réduction de l'écart de température entre les Pôles et l'Equateur, l'écart des bilans hydrologiques entre saisons d'hiver et d'été, évolutions qui sont dans la prolongation des tendances constatées depuis 150 ans. L'importance de la montée du niveau des océans et de l'extension de zones de sécheresse est, en revanche, beaucoup plus controversée (le GIEC étant d'ailleurs très prudent dans ses propres rapports). On sait aussi procéder à des « descentes d'échelle », qui fournissent des images régionales fines tenant compte du relief et qui représentent un appoint appréciable, dans les zones où les divergences entre les modèles globaux, que ces coups de zoom amplifient, ne sont pas trop importantes.

Les risques et les actions dites « sans regret »

L'éclairage fait encore plus défaut sur les aléas liés à des états chaotiques dont les historiens du climat montrent chaque jour un peu mieux le caractère irrégulier au long des siècles. Ce champ supposerait une meilleure compréhension de la genèse des situations chaotiques qui se produisent soudainement et se développent en fonction de lois de puis-

sance, dont des modélisations fractales nous donnent une représentation. Or, les modèles climatiques ciblés sur l'effet de serre vont dans le sens inverse, celui de l'extension du temps, et leur construction ne leur permet pas de nous informer sur les aléas extrêmes.

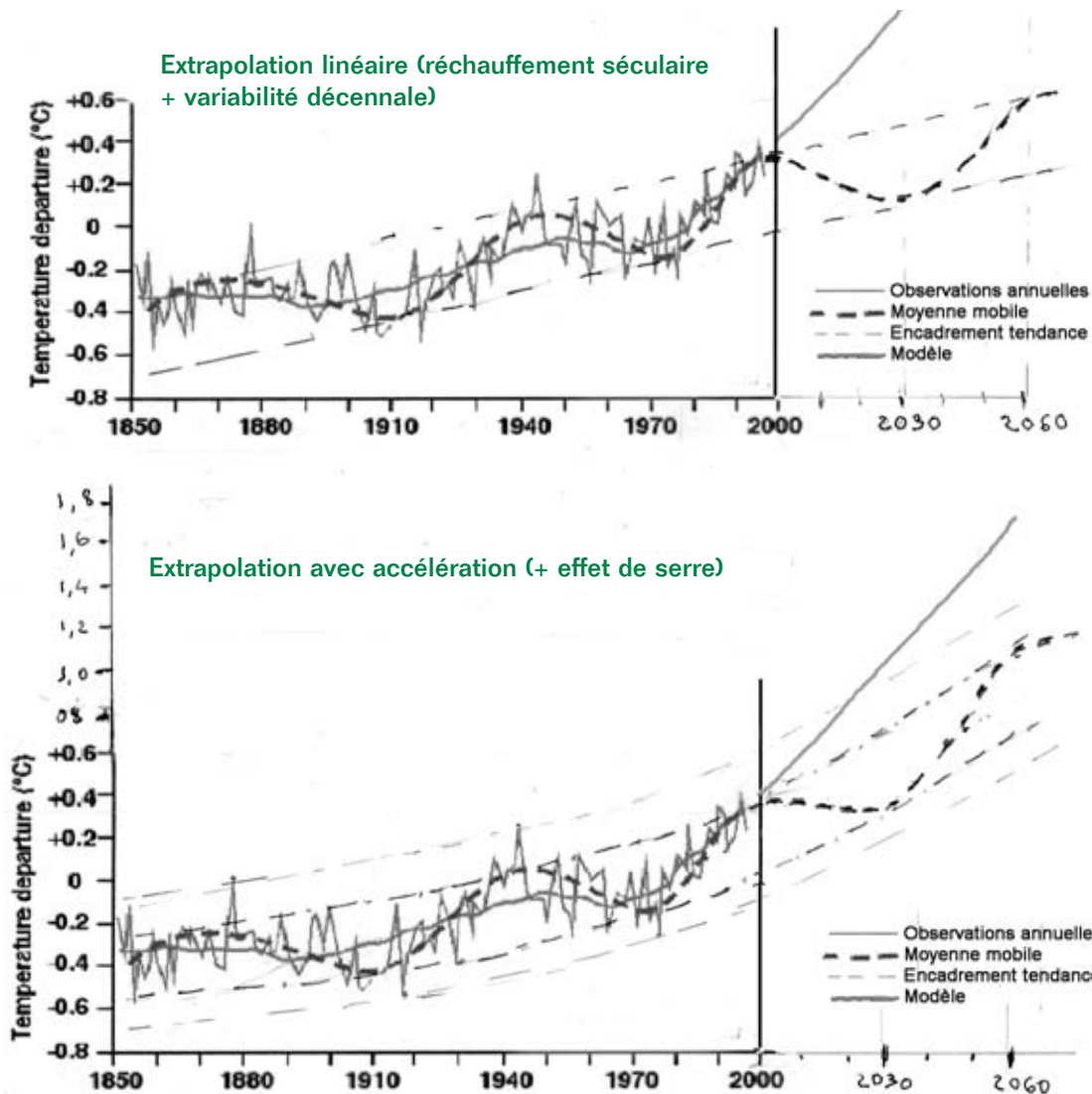
Les analyses statistiques, incluant les données des assurances, ne montrent, à de rares exceptions près, aucune marque du réchauffement climatique depuis 1970, date à laquelle celui-ci s'est accéléré et où l'on a commencé à disposer d'observations spatiales. Une hypothèse de stationnarité des aléas, à adopter faute de données, induirait un décalage des températures extrêmes identique au réchauffement moyen et des surcotes de déferlements marins accrues de la petite hausse du niveau océanique. L'affirmation selon laquelle les aléas extrêmes s'accroîtraient dangereusement au-delà d'un réchauffement moyen de 2 degrés, est donc dépourvue de fondement. Une hypothèse d'accroissement des aléas n'est pas interdite, mais son adoption ne ferait que refléter une position de plus grande précaution... Cependant, l'absence de seuil n'est pas forcément une bonne nouvelle, car elle supprime une zone de sécurité illusoire ; comme le souligne Jean-Pierre Dupuy, c'est la surprise qui est inhérente aux situations extrêmes.

En revanche, on constate un accroissement indiscutable et considérable des expositions et des vulnérabilités sociétales, dont les causes sont l'augmentation de la population mondiale et de ses biens, le développement des mégapoles exposées à des risques multiples, la densification de l'occupation du littoral maritime et des bordures fluviales, les atteintes aux écosystèmes, la dépendance vis-à-vis de réseaux sensibles, la fragilité des technologies... Les analyses statistiques révèlent des queues de distribution, souvent symptomatiques de risques extrêmes.

On comprend donc pourquoi les politiques climatiques proposées sont composées d'actions dites « sans regret » (2), c'est-à-dire de mesures qu'il y aurait lieu d'engager pour d'autres motifs et auxquelles la considération du climat apporte un encouragement subsidiaire :

- ✓ au cours des prochaines décennies, les menaces principales proviendront des conflits et des chocs sur les marchés d'approvisionnement et de catastrophes d'origines diverses, y compris climatiques, dont la gravité résulte des vulnérabilités des sociétés. Les risques qui en découlent sont certains et graves ;
- ✓ à un horizon plus lointain, de 50 à 200 ans ou plus, la transition démographique sera passée, tout comme la raréfaction des combustibles fossiles de qualité, à laquelle des réponses auront été apportées. L'incertitude sur l'éventualité d'un risque climatique aura sans doute été réduite, tandis que d'autres risques inédits se seront développés.

L'urgence peut-elle être invoquée au titre de l'effet de serre ? On pourrait en douter, au vu de la variabilité des prochaines décennies. Elle a toutefois un sens pour les mesures qui demandent une longue incubation : innovations lourdes exigeant de vingt à trente ans (sinon plus) avant de parvenir à maturité, changements irréversibles du système technique, infrastructures et implantations

Encadré 1 : Schémas du réchauffement avec variabilité décennale.

Le dessin ci-dessus est composé (à gauche) d'un graphique présenté dans une communication du CERFACS (centre de calcul commun à Météo France et au CNRS) au colloque annuel du Conseil supérieur de la météorologie (6 mai 2009), et reprise dans la lettre *Veille météo et climat* publiée par le MEEDDM.

Il montre l'évolution des températures de 1850 à 1998, avec trois niveaux de lissage : annuel, en moyenne mobile pluriannuelle, et par un modèle intégrateur. Les lissages effacent beaucoup d'observations importantes sur la variabilité.

J'ai prolongé ce graphique sur la droite, en extrapolant la moyenne mobile et les lignes qui l'encadrent.

Sur le dessin du haut, l'extrapolation, linéaire, schématise une simple poursuite de la tendance au réchauffement observée depuis 1850.

Sur le graphe du bas, l'extrapolation comporte une incurvation, encore mineure dans les observations passées, mais qui prendrait de l'importance après un réchauffement de la période 2030-2060 plus intense que celui de la période de 1970 à 2000. Cette concavité serait la marque, subtile mais effective, de l'effet de serre croissant.

Le croquis, dans ses deux versions, concorde avec la stabilisation de la température depuis 1998. L'extrapolation indicative du modèle, analogue à celle du faisceau présenté par le GIEC, le fait sortir complètement des rails et diverger des observations récentes. Cependant, les dernières projections du modèle Arpège, fournies par Météo-France pour l'élaboration du Plan national d'adaptation, comportent une forte rectification de trajectoire, avec les accroissements de température suivants par rapport à la référence 1990 (déjà dépassée d'un demi-degré environ) :

✓ pour le scénario B2 (croissance modérée des émissions) : 1,09°C en 2030 ; 0,99°C en 2050 et 2,22°C en 2090 ;

✓ pour le scénario A2 (croissance modérée des émissions) : 0,83°C en 2030 ; 1,37°C en 2050 et 3,23°C en 2090.

Les modèles du GIEC, qui incorporeront la variabilité, dans son prochain rapport, fourniront donc des projections assez différentes de celles du rapport précédent, et sans doute plus modérées pour 2100.

urbaines dont on sait qu'elles sont communément établies pour plus d'un siècle et, par-dessus tout, modifications des comportements, qui demandent des efforts d'éducation de deux générations au moins. Encore faut-il suivre une stratégie progressive d'engagements n'anticipant que sur certaines mesures précoces : recherches et essais innovants, premiers pas amorçant des bifurcations futures... La justification de l'apport supplétif de la politique climatique aux actions « sans regret » doit être appuyée sur la démonstration qu'il faut surmonter les effets pervers des rentes de situation, des blocages (encouragés par la publicité et le défaut de signaux) et de l'aversion à tout changement.

Le changement de système énergétique constitue une révolution considérable qui oblige, durant une transition qui sera sans doute longue, à combiner les actions réglementaires, les aides à la recherche et à l'innovation, les instruments financiers et la mobilisation de la population. Les marchés des produits énergétiques en sont les moteurs principaux, mais ils peuvent réagir dans le désordre, sous l'effet d'un jeu d'intérêts qu'exacerbe la raréfaction. L'action publique doit donc agir sur ce levier essentiel, c'est-à-dire informer et créer la transparence, réduire les excès, la spéculation et les rentes, amortir les chocs... La régulation nationale et internationale est donc vitale, mais difficile. Faire payer les émissions dans l'atmosphère, application d'une logique générale relative à l'utilisation de ces biens communs que sont les milieux naturels, constituera alors un levier complémentaire ayant l'avantage de pénaliser les combustibles les moins efficaces par unité de carbone (le charbon, en premier lieu) et d'orienter judicieusement les choix (3) (voir l'encadré 2).

Comment combiner précisément, et à quel niveau d'intensité, les ensembles de mesures, à l'amont et à l'aval de l'utilisation des combustibles fossiles ? Malheureusement, la compréhension des systèmes chaotiques qui justifient ces mesures et en commandent la mise en application reste encore beaucoup trop sommaire pour qu'une réponse soit vraiment convaincante. L'on comprend, dès lors, les hésitations des opinions publiques et les visions divergentes des gouvernements.

C'est la Chine qui concentre, aujourd'hui (demain, ce sera aussi l'Inde), l'essentiel du dilemme de la transition énergétique, comme cela s'est produit pour la transition démographique, en raison du fait que son développement repose sur le charbon, sa principale ressource énergétique. L'ensemble des pays développés peut réduire sa consommation et ses émissions en recourant à un mix accordant plus de place au gaz, aux pétroles non conventionnels, au nucléaire et aux énergies renouvelables ; la Chine doit cumuler une conversion, qui la rendra encore plus dépendante d'importations, et un rattrapage en matière d'efficacité énergétique. Pour y avoir piloté pendant douze ans la coopération sur le charbon propre et les économies d'énergie dans le bâtiment, je crois qu'elle pourra relever le défi, mais les pays occidentaux doivent s'accorder avec elle sur une approche appropriée, qui n'est pas celle qui a été tentée à Copenhague.

Encadré 2 : Taxe carbone et/ou marché de droits

L'institution de marchés de droits, sous son apparente souplesse, repose sur la fixation d'un plafond arbitraire et ne pourrait qu'aboutir inéluctablement à des négociations moralement empoisonnées (imagine-t-on qu'on aurait pu fixer, tout aussi bien, des quotas de natalité, rappelant les funestes souvenirs de l'eugénisme en actes ?).

Le système européen fonctionne tant bien que mal, mais, à dose faible, c'est-à-dire avec des quotas généreux ; son impact concret est resté limité à l'optimisation du lissage des pics de consommation par les centrales électriques. C. de Pertuis soutient qu'il s'agit d'instituer une rente qui « mangera » la rente minière, ce qui est une présentation assez habile, mais naïve. Est-il moral et raisonnable, alors qu'il faut mettre en place une difficile régulation des marchés d'approvisionnement, de créer un marché supplémentaire ? La Chine a accaparé la majorité des transferts affectés au développement propre, et cela pose cette question épineuse : faut-il, après avoir transféré nos usines en Chine, où elles sont moins efficaces énergétiquement, financer leur modernisation, comme nous y incite la comptabilisation du carbone contenu dans les biens que nous importons ? Bref, il semble qu'une taxe carbone à l'échelle européenne serait préférable, y compris de par sa lisibilité et son mérite, qui est de permettre d'envisager une compensation aux frontières. Telle était la conclusion implicite de la commission Rocard, mais la superposition des deux instruments, qu'elle admet à regret, aurait exigé une conviction pédagogique, qui a fait défaut devant le contrôle du Conseil constitutionnel. En fait, le basculement de la fiscalité, qui constitue une forte justification de la taxe carbone, n'a jamais été abordé dans toutes ses dimensions, ce qui a faussé le débat, celui-ci se focalisant sur le niveau, lequel a lui-même été abordé de façon biaisée.

Quant au volet majeur qu'est l'adaptation, qui pourrait douter que le nouveau regard, supplément d'âme et d'anticipation, qu'elle apporte à la prévention des risques de catastrophe, en particulier au niveau des territoires, ne soit une contribution salutaire ?

Retour à la méthode

L'attention a bien été appelée sur l'effet des déchets sur le climat, comme elle l'est sur les problèmes d'approvisionnement, mais les simplifications abusives ont brouillé la



© Ha Sheng/Featurechina/ROPI-REA

« C'est la Chine qui concentre, aujourd'hui (demain, ce sera aussi l'Inde), l'essentiel du dilemme de la transition énergétique, [...] en raison du fait que son développement repose sur le charbon, sa principale ressource énergétique ». Centrale électrique au charbon de Kaifeng (Chine).

vision. L'échec de la tentative de passage en force oblige à revenir sur les erreurs de méthode :

- ✓ la transgression de la séparation stricte qui doit être établie entre l'expertise scientifique et la décision politique. De fait, les rapports du GIEC sont de nature hybride : leurs chapitres sont scientifiques, mais leurs résumés destinés aux décideurs ont été discutés ligne à ligne avec les représentants des gouvernements ;

- ✓ l'application, mal maîtrisée, du principe de précaution aux risques concernant les systèmes complexes.

Les conséquences avaient été parfaitement diagnostiquées il y a vingt ans (4) : d'un côté, les politiques justifient leurs décisions en des termes qu'ils croient validés scientifiquement, alors qu'elles sont aberrantes de ce point de vue ; de l'autre, la science subit une crise et encourt le risque de voir sa réputation compromise aux yeux d'une opinion publique prise à témoin des controverses.

Il appartient à la recherche scientifique de restaurer le débat et de faire sauter certains des verrous qui limitent tant notre compréhension que la pertinence des politiques. Vu le caractère irréductiblement fractal des phénomènes planétaires physiques et sociétaux, il semble que les progrès les plus décisifs proviendront de part et d'autre du segment spatio-temporel central de la météo-

rologie et de l'activité quotidienne des opérateurs. Il s'agit :

- ✓ des échelles pluriannuelles et décennales (dans le temps) et régionales (dans l'espace). L'effort engagé depuis vingt ans sur le climat global devrait se déporter vers ce maillon en interface avec les disciplines météorologique, océanographique, hydrologique, géophysique et éco-systémique, la modélisation globale et séculaire de l'effet de serre étant entretenue à moindre frais ;

- ✓ des phénomènes à courte constante de temps, souvent de caractère chaotique : genèse des dissipations soudaines d'énergie (météorologiques et telluriques), lois de puissance des manifestations, instabilités des écosystèmes... et ruptures des marchés de produits qui traumatisent l'opinion et les pouvoirs publics, générant des tsunamis émotionnels (5). C'est là un domaine de recherches à intensifier et à coordonner, qui s'ouvre pour l'école française de mathématiques et qui instrumenteraient la vigilance et des réactions proportionnées, comme le veut le principe de précaution.

Terminant sur une note d'optimisme, j'exprimerai l'espoir que, finalement, le fiasco apparent de Copenhague aura donné une chance aux politiques des pays des différentes

catégories d'assumer leurs responsabilités, et à la communauté scientifique mondiale de refonder un débat élargi.

Notes

* Ingénieur général des Mines honoraire, président du conseil scientifique de l'Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles (AFPCN).

(1) Le GIEC a beaucoup argumenté sur l'accélération du réchauffement entre 1970 et 2000, laquelle, selon lui, ne peut être reproduite par ses modèles sans faire intervenir l'effet de serre : cela démontre simplement le fait que ces modèles ne représentent pas la variabilité décennale. L'attribution au seul effet de serre a biaisé leur paramétrage ; la stabilisation observée depuis douze ans le montre et une correction des modèles consistant à y forcer l'effet des particules n'aboutirait qu'à un nouvel avatar.

(2) La notion de mesures sans regret a été avancée par des chercheurs américains avant 1990 : voir Hourcade, qui soulignait l'ambiguïté de ce concept.

(3) Le prix du baril de pétrole est passé d'un palier de 10 dollars (constants 2008) avant 1970 à un palier de 25 dollars après le contre-choc pétrolier de 1986 ; il est remonté, depuis dix ans, à plus de 70 dollars sans se stabiliser ; le prochain palier, s'il y en a un, pourrait être de 80, 100, 120 dollars ou plus et ce, jusqu'au niveau où les substitutions se multiplieraient. Sans être équivalent en poids (les objections sont trop fortes), un marché de droits d'émissions ou une taxe carbone pourrait avoir un effet de report et d'atténuation (des disparités, des chocs, des rentes et des émissions).

(4) Voir Godard « La transformation des rapports entre la science et la décision, une science soumise de façon plus intense aux stratégies d'influence ou de récupération », Roqueplo, Larrère, ainsi que François Ewald. Dès 1997, Larrère pouvait constater que le débat scientifique était compromis par le dispositif du GIEC.

(5) Il s'agit des *commodities*, qui incluent les combustibles fossiles, les minéraux et les produits agricoles, tous ultra-sensibles aux effets de rupture et de volatilité des marchés qu'accroît l'expansion des mondes virtuels liés à la finance. Sur les chocs et la volatilité du marché du pétrole, un rapport sur la volatilité, piloté par des universitaires de Paris-Dauphine vient d'être établi à la demande de la ministre de l'Economie. (<http://www.economie.gouv.fr/services/rap10/100211rap-chevalier.pdf>) et, dans le numéro d'avril de *Responsabilité et Environnement*, Babusiaux et Pierru aboutissent, à la fin de leur excellent article, à une conclusion que l'on pourrait croire avoir été écrite par Jean-Pierre Dupuy : « Pour rendre possible une transition douce, il faudrait que le scénario du nouveau choc, pénalisant pour tous les acteurs, soit considéré comme inévitable. Rappelons en effet le rôle des anticipations et rappelons à quel point les anticipations peuvent être autodestructrices... ». Pour les marchés des produits alimentaires, dont on connaît les effets ravageurs pour notre agriculture et la subsistance de populations pauvres du Sud, des modèles expérimentaux ont été construits par Munier (CNAM) et J-M Broussard (INRA).

Bibliographie

Ouvrages collectifs

Numéros et articles de *Responsabilité et Environnement* (RE) consacrés (de 2007 à 2009) au changement climatique (tableau récapitulatif dans le numéro d'octobre 2009).

Numéro de RE d'avril 2010 sur les matières premières (articles de (P.N.) GIRAUD, (B.) WEYMULLER, (D.) BABUSIAUX, (A.) PIERRU, (J-M.) DAUGER & (S.) CORNOT-GANDOLPHE.

Rapports du GIEC : corps des rapports, d'une part, résumés pour décideurs, d'autre part.

ONERC : *changement climatique, coût d'impacts et pistes d'adaptation*, 2009.

Académie des sciences : *Evénements climatiques extrêmes*, sous la direction de (H.) DECAMPS (2010).

AFPCN : *dossier pour Copenhague : Etudes françaises sur l'adaptation au changement climatique*.

Quaderni n°71, hiver 2009-2010 : *Le changement climatique, les résistances à l'adaptation* (articles de (L.) SFEZ, (M.) TABEAUD, (B.) SEGUIN & (L.) GOELDNER-GIANELLA).

Ministère de l'Environnement : Actes du colloque *Les experts sont formels*, sous la direction de Jacques THEYS (éditions Autrement) 1992.

Le principe de précaution, MSH et INRA, 1997 : Olivier GODARD : « L'ambivalence de la précaution et la transformation des rapports entre science et décision » ; Jean-Charles HOURCADE : « Précaution et approche séquentielle de la décision face aux risques climatiques de l'effet de serre ».

(O.) GODARD, (C.) HENRY & (E.) MICHEL-KERJAN : *Traité des nouveaux risques* (Folio 2002).

(Henri) ATLAN : *De la fraude*, Seuil, 2010.

(P.-H.) BOURRELIER & (R.) DIETHRICH : *Le Mobile et la planète* (éd. Economica, 1989).

(P.) CRIQUI, (B.) FARACO & (A.) GRANDJEAN : *Les Etats et le carbone*, PUF, 2009.

(Jean-Pierre) DUPUY : *Pour un catastrophisme éclairé* (2002) et *La Marque du sacré* (2009).

(André) LEBEAU : *L'enfermement planétaire*, NRF, 2008.

Primo Lévi : *Le système périodique*, (chapitre carbone), Le Livre de Poche (collection Biblio-Romans, 1995).

(Christian) de PERTUIS : *Et pour quelques degrés de plus, nos choix économiques face au risque climatique* (Pearson, 2009).

(Benoît) RITTAUD : *Le mythe climatique*, Seuil, 2010.

(Philippe) ROQUEPLO : *Climats sous surveillance, limites et conditions de l'expertise scientifique*, éd. Economica 1993 ; *Entre savoir et décision, l'expertise scientifique*, Ed INRA, 1996.

(M.) TABEAUD & (H.) BREDIF : « Copenhague : tristes critiques », Espace-Temps.net, Actuel, 30 mars 2010.

(Michel) WOHRER, « fragile CO₂ », les Echos, 21 mai 2010.

Quatre livres présentés au conseil scientifique de l'AFPCN : (R.) & (M.) KANDEL : *La catastrophe climatique* ; (C.) & (R.) LARRERE : *Du bon usage de la nature* ; Vincent COURTILLOT : *Nouveau voyage au centre de la terre* et Daniel ZAJDENWEBER : *Economie des extrêmes*.