

Les scénarios énergie-climat

MISE AU POINT APRÈS LA CRISE, FUKUSHIMA, DURBAN..., ET LES GAZ DE SCHISTE

PAR PATRICK CRIQUI, SILVANA MIMA,
PIERRE-OLIVIER PEYTRAL ET JEAN-CHRISTOPHE SIMON ¹

Dans un article publié dans ces colonnes en 2011 (n° 373), Patrick Criqui avait présenté une série de scénarios d'évolution possible sur l'énergie et le climat, tenant compte de l'accord signé fin 2009 à la conférence de Copenhague sur le changement climatique. Il y montrait le changement de paradigme qui se profilait, à savoir un recul de l'approche top-down consistant à fixer des objectifs nationaux découlant d'objectifs internationaux formulés lors des grandes conférences, au profit d'une logique bottom-up qui, partant des politiques nationales mises en place dans le domaine de l'énergie et de la lutte contre le réchauffement, permet de dégager des scénarios à l'échelle mondiale. Quelques jours avant la publication de cet article, survenait l'accident de Fukushima, au Japon, relançant les débats sur l'énergie dans la plupart des pays recourant à l'énergie nucléaire. Cet événement, ajouté à la persistance de la crise de la dette, à l'essor des hydrocarbures non conventionnels (pétrole et gaz de schiste) et au piétinement des négociations internationales sur le changement climatique (Durban), modifie-t-il les scénarios alors envisagés, et dans quelle mesure ?

Patrick Criqui, Silvana Mima, Pierre-Olivier Peytral et Jean-Christophe Simon se penchent sur la question. Ils commencent par examiner l'impact de ces évolutions et événements récents sur la conjoncture énergétique et climatique. Puis, après un rappel des quatre scénarios énergétiques mondiaux à l'horizon 2030-2050 élaborés en 2009 (aux-

1. Patrick Criqui, Silvana Mima et Pierre-Olivier Peytral sont chercheurs au laboratoire EDDEN (Économie du développement durable et de l'énergie), CNRS (Centre national de la recherche scientifique)-université de Grenoble ; Jean-Christophe Simon est chercheur au laboratoire EDDEN et à l'IRD (Institut de recherche pour le développement), unité mixte de recherche 201.

quels s'ajoutaient deux scénarios de rupture), ils proposent une mise à jour tenant compte des conséquences du changement de contexte identifiées, en insistant particulièrement sur deux scénarios déterminants : le probable (induisant un réchauffement de l'ordre de 4 °C) et le souhaitable (limitant le réchauffement à 2 °C). Ils proposent enfin divers leviers d'action visant à « rendre possible la trajectoire souhaitable » (accords technologiques, instruments économiques, trajectoires nationales d'émission), sachant que même si l'on y parvient, les sociétés humaines ne pourront pas faire l'économie, à moyen-long terme, d'une substantielle baisse de leurs émissions de gaz à effet de serre. S.D. ■

Les trajectoires en cours pour l'énergie et les émissions de gaz à effet de serre engagent le monde vers une situation dangereuse en termes de changement climatique à l'horizon 2050, avec une perspective probable de hausse des températures comprise entre 3 °C et 4 °C d'ici la fin du siècle. Malgré les efforts déployés depuis la conférence de Rio en 1992 pour transformer les politiques énergétiques et climatiques, aucune inflexion durable de trajectoire n'est discernable aujourd'hui et l'on peut même considérer que plusieurs facteurs ont, dans les dernières années, contribué à rendre plus difficile et hypothétique la transition vers des systèmes énergétiques « bas carbone » (c'est-à-dire émettant peu de CO₂). C'est à la double lumière d'un jeu des scénarios structurels pour les politiques énergie-climat et de la prise en compte de ces facteurs, que nous tentons de réexaminer la prospective énergétique. Il s'agit en particulier de bien distinguer ce qui adviendrait si aucune politique coordonnée et ambitieuse n'était mise en œuvre à l'échelon international, et ce qui serait requis si l'on voulait limiter l'ampleur des changements environnementaux globaux, de façon à ce que leurs conséquences demeurent gérables par les sociétés humaines.

Dans une première partie, nous identifions quatre événements ou tendances qui modifient aujourd'hui la prospective énergétique : la situation économique mondiale qui marie crise de la dette au Nord et croissance soutenue au Sud, les nouvelles difficultés de l'industrie électronucléaire après l'accident de Fukushima, l'essor des hydrocarbures non conventionnels et les échecs relatifs des dernières Conférences des parties de la Convention climat. Dans un deuxième temps, l'impact de ces événements et les trajectoires qui en résultent sont examinés à travers une mise à jour des scénarios produits en 2009 avec le modèle POLES (*Prospective Outlook on Long-term Energy Systems*) dans le cadre du projet européen SECURE (*Security of Energy Considering its Uncertainty, Risk and Economic implications*) sur la sécurité énergétique de l'Europe. L'évolution du système énergétique mondial à l'horizon 2050 est examinée plus en détail dans un premier scénario-type d'une action internationale peu ambitieuse et peu coordonnée pour la réduction des émissions, puis dans un deuxième temps dans un scénario plus

ambitieux de réduction des émissions. La lecture de ces deux scénarios contrastés éclaire bien le champ des possibles en fonction des choix politiques, entre un futur probable mais indésirable qui découlerait d'une faible mobilisation internationale, et un futur souhaitable encore peu probable aujourd'hui parce qu'il supposerait la mise en œuvre de politiques très coordonnées. Dans un dernier temps seront analysées les conditions qui, à l'avenir, permettraient de rendre possible le scénario souhaitable.

2008-2012 : période critique pour les trajectoires de développement énergétique ?

La période 2008-2012 devait être la première période d'application du protocole de Kyoto. Ironie de l'histoire, elle aura été plutôt celle de la crise financière pour les États-Unis et l'Europe à partir de l'automne 2008, du relatif échec de la conférence de Copenhague fin 2009, de l'accident nucléaire de Fukushima en mars 2011 et enfin celle de l'essor des hydrocarbures non conventionnels, gaz et pétrole de schiste, en Amérique du Nord. Plus fondamentalement encore, cette période marque une véritable transition dans l'histoire mondiale. Elle est déjà reconnue comme le moment d'une grande transition marquant la fin de l'hégémonie absolue des anciennes puissances du Nord, et l'arrivée sur la scène politique internationale de la Chine et des pays émergents, dont la puissance économique est déjà manifeste.

Tous ces facteurs ne peuvent manquer d'avoir un impact sur les modalités du développement énergétique et les conditions de faisabilité de la « décarbonisation » des systèmes énergétiques, que les scientifiques du climat s'accordent à considérer comme indispensable d'ici 2050. Avant d'étudier les scénarios énergétiques qu'il est possible d'identifier dans ce contexte, il importe de revenir sur ces quatre événements ou évolutions majeures pour la prospective du prochain demi-siècle.

La crise de la dette : un contexte peu propice à la conduite de politiques climat-énergie ambitieuses

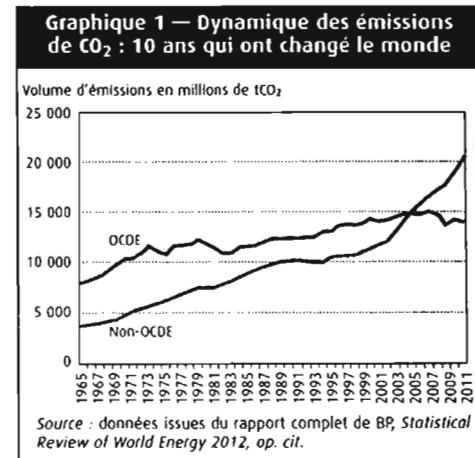
La crise économique et financière des pays du Nord (2008-?) reste encore sans solution. Certes, les États-Unis ont pu éviter pour l'instant la crise en « W » ou le *double dip*, l'Europe est en suspens et les pays émergents, moins touchés par la crise, enregistrent une croissance économique élevée depuis 2010 (5 % à 7 % par an)³. Les prévisions de croissance restent néanmoins

2. La décarbonisation englobe l'ensemble des mesures et techniques visant à réduire la teneur en carbone, et plus spécifiquement en CO₂, des énergies, voire d'une économie entière (NDLR).

3. Pour plus de détails, voir FMI (Fonds monétaire international), *Perspectives de l'économie mondiale. Les tensions d'une reprise à deux vitesses. Chômage, matières premières et flux de capitaux* ; et *Perspectives de l'économie mondiale. Une reprise en cours, mais qui reste en danger*, Washington, D.C. : FMI, respectivement avril 2011 et avril 2012.

prudentes et la reprise est encore fragile. Cette crise est liée aux défaillances des systèmes bancaires et des finances publiques, avant tout au Nord. Bien que les pays en développement ne soient pas exposés aux mêmes difficultés, ils sont confrontés à leurs propres vulnérabilités internes et aux risques que ferait peser sur leurs économies une dépression aggravée de leurs marchés d'exportation.

Dans ce contexte, les conjectures sur le devenir des politiques de transition énergétique visant à la sauvegarde du climat restent pessimistes⁴, car un recul de la préoccupation climatique dans les priorités nationales est à craindre. Les volontés politiques de maintenir ou d'élever les ambitions climatiques sont sapées par la nécessité de renforcer les conditions d'une reprise économique, que des actions volontaires en matière de contraintes d'émission ou de fiscalité environnementale seraient susceptibles de mettre en danger. Cela d'autant que les marges de manœuvre financières réduites des États semblent à court terme resserrer l'étai sur les indispensables projets d'investissements requis par l'efficacité énergétique, le développement des nouvelles technologies de l'énergie (NTE) et les infrastructures de réseau associées. De même pour les décideurs privés et les industriels, la montée des contraintes économiques n'est certainement pas propice à des comportements d'investissement intégrant les contraintes de l'efficacité énergétique et de la décarbonisation, que celles-ci soient ou non induites par les politiques applicables.



Ces éléments de conjoncture sont d'autant plus alarmants que la demande énergétique mondiale, qui avait chuté suite à la contraction de l'activité économique au plus fort de la crise, a à nouveau atteint un taux de croissance record en 2010 (5,6 %) et encore en 2011 (2,5 %) ; de même pour le niveau des émissions de gaz à effet de serre (GES) qui s'élève à 34 gigatonnes de CO₂ (GtCO₂) après une croissance de 5 % en 2010 et de 3 % en 2011 (graphique 1).

4. EGENHOFER Christian, « Climate Change Policy after the Financial Crisis: The Latest Excuse for a New Round of State Aid? », *CEPS (Centre for European Policy Studies) Commentary*, 30 octobre 2008 ; DEL RÍO Pablo et LABANDEIRA Xavier, « Climate Change at Times of Economic Crisis », *Colección Estudios Económicos*, n° 05-09, 2009 (FEDEA, Fundación de Estudios de Economía Aplicada).

5. BP (British Petroleum), *Statistical Review of World Energy 2011* ; et *Statistical Review of World Energy 2012*. Londres : BP, respectivement 2011 et 2012.

Les évolutions récentes rendent ainsi de plus en plus improbable le scénario de la limitation de la hausse des températures à 2 °C⁶. Cette croissance accélérée des émissions dans les pays non membres de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques) reflète une double réalité : celle d'une demande d'énergie très dynamique dans les pays émergents, avec une intensité carbone du mix énergétique qui, du fait du recours massif au charbon, s'est remise à croître. Rappelons ici que quatre des cinq BRICS⁷ — la Chine, l'Inde, l'Afrique du Sud et la Russie — sont des géants charbonniers. À ceci s'ajoute l'hypothèque que fait peser l'accident de Fukushima sur l'avenir du nucléaire mondial.

La « renaissance nucléaire » menacée par l'accident de Fukushima

Au milieu des années 2000, l'intérêt exprimé pour l'énergie nucléaire par les gouvernements des 29 pays nucléarisés et par 65 autres pays, avait suggéré une probable « renaissance » de cette source d'énergie, non ou peu émettrice de GES. L'intérêt était tel que les estimations avaient été fortement révisées à la hausse entre 2008 et 2010, les capacités installées mondiales projetées pour 2030 s'établissant entre 511 et 807 gigawatts électriques (GWe) contre seulement 372 GWe en 2008⁸. Les principaux pays responsables de cette augmentation globale seraient des pays non-OCDE, en particulier la Chine, la Russie et l'Inde, ce qui contribuerait par ailleurs au déclin de la suprématie des pays de l'OCDE dans le domaine nucléaire, où leurs prétentions sont plus modestes. Cependant, certains observateurs soutenaient alors que la survenue d'un accident majeur obérerait définitivement le futur du nucléaire au plan mondial, entraînant un mouvement généralisé de sortie de cette filière⁹.

Il apparaît aujourd'hui que les conséquences de l'accident de Fukushima doivent être appréciées avec plus de nuances : cet événement met sans doute fin au mythe d'une relance tous azimuts de l'énergie nucléaire, y compris dans des pays instables ou ne disposant ni des conditions techniques, ni des conditions institutionnelles requises ; mais il ne met pas fin aux programmes d'équipement dans les pays disposant déjà, ou bien proches de disposer de ces conditions.

Parmi celles-ci, figure la maîtrise d'un niveau de sûreté suffisant. L'accident a imposé un nouvel impératif de sécurisation des centrales nu-

6. AIE (Agence internationale de l'énergie), « Prospect of Limiting the Global Increase in Temperature to 2°C is Getting Bleaker », 30 mai 2011. URL : http://www.iea.org/index_info.asp?id=1959. Consulté le 16 août 2012.

7. Ensemble regroupant le Brésil, la Russie, l'Inde, la Chine et l'Afrique du Sud.

8. IAEA (International Atomic Energy Agency), *International Status and Prospects of Nuclear Power: 2010 Edition*, Vienne : IAEA, 2011.

9. SCHNEIDER Mycle, FROGGATT Anthony et THOMAS Steve, *Nuclear Power in a Post-Fukushima World: The World Nuclear Industry Status Report 2010-2011*, Washington, D.C. : Worldwatch Institute, 2011.

cléaires¹⁰. Or, les procédures lancées pour le contrôle de la sécurité des centrales existantes et pour la révision de leur cadre réglementaire n'ont pas conduit, en dehors du Japon, à remettre en cause le fonctionnement des centrales existantes, bien qu'elles aient notifié la nécessité d'un renforcement des réglementations, comme aux États-Unis, en Chine et en Europe. Deuxièmement, les décideurs politiques des pays nucléarisés ne se sont pas prononcés pour la sortie du nucléaire, sauf en Allemagne, en Belgique et en Suisse, alors que l'entrée de l'Italie a été rejetée par référendum. Au Japon et en France, la diminution de la part de l'énergie nucléaire a été annoncée. Dans les autres pays, le soutien politique est maintenu, ce qui signifie soit le maintien des capacités installées (Suède), soit leur accroissement (États-Unis, Grande-Bretagne, Corée du Sud). C'est dans les pays non-OCDE que le soutien des États reste le plus fort, en particulier dans les pays énergivores où les augmentations escomptées sont les plus importantes (Chine, Russie, Inde). Troisièmement, si l'accroissement de la défiance et de l'opposition sociale¹¹ peut freiner la renaissance du nucléaire dans les pays démocratiques tenant compte des débats, cette possibilité doit être relativisée. En effet, le soutien social à l'énergie nucléaire n'a jamais été majoritaire et il peut se trouver conforté si des campagnes d'information et des démarches de sécurisation sont entreprises¹², comme actuellement. Enfin, quand il est présent, le *lobby* du nucléaire peut être doté de leviers de pression et de persuasion substantiels.

Sur cette base, la renaissance du nucléaire sera donc probablement freinée à moyen terme (2030) et surtout plus focalisée sur un nombre limité de pays. D'autres considérations rentrent en ligne de compte, car dans le nouveau contexte économique décrit ci-dessus, le niveau élevé des coûts et surtout des coûts d'investissement peut modérer les intentions des pays sous forte contrainte financière. Une solution de contournement pourrait être alors l'allongement de la durée de vie des centrales. Pour les nouveaux entrants, l'effectivité de leurs capacités (humaines, technologiques, industrielles, législatives) à procéder à la nucléarisation devra être prouvée. Les efforts que réclame l'entrée dans le club nucléaire peuvent limiter le nombre de nouveaux entrants à un cercle limité de pays, ceux qui sont les plus à même de les entreprendre. Toutes ces considérations conduisent à penser que la renaissance du nucléaire ne sera pas celle attendue avant Fukushima : à 2030, les capacités nucléaires installées seront plus faibles que celles anticipées alors. Mais dans le même temps, Fukushima ne marque pas la sortie mondiale du nucléaire et on peut même penser qu'au-delà de 2030, la part du nucléaire, tout en restant modeste, augmentera à nouveau, en particulier dans les scénarios à forte contrainte carbone.

10. IAEA, « 2011 in Review: Nuclear Safety Issues Take Centre Stage », *Staff Report*, décembre 2011.

11. *Opposition to Nuclear Energy Grows: Global Poll*, Londres : Globescan, sondage pour la BBC, 25 novembre 2011 ; *Sharp World Wide Drop in Support for Nuclear Energy as 26% of New Opponents Say Fukushima Drove Their Decision*, Paris : Ipsos, juin 2011. URL : <http://www.ipsos-na.com/news-polls/pressrelease.aspx?id=5265>. Consulté le 16 août 2012.

12. NEA (Nuclear Energy Agency), *Public Attitudes to Nuclear Power*, Paris : OCDE (NEA n° 6859), 2010.

Un nouveau souffle pour les hydrocarbures : les gaz et pétrole non conventionnels

Les hydrocarbures non conventionnels, en particulier les gaz et pétroles de schiste, suscitent depuis plusieurs années maintenant un véritable engouement. En témoignent les questionnements de l'AIE sur un scénario d'un nouvel « âge d'or du gaz »¹³. L'exploitation des gaz de schiste est en effet facilitée par les avancées technologiques, d'abord les forages horizontaux, puis la fracturation hydraulique ou *hydrofracking*. Quant aux réserves techniquement récupérables, elles sont considérables, à 186 téramètres cubes (Tm³)¹⁴ (14 pays, Russie et Proche-Orient exclus), contre 185 Tm³ pour les réserves prouvées de gaz naturel¹⁵. Leur répartition entre régions et pays demeure néanmoins inégale, la Chine, les États-Unis, l'Argentine, l'Afrique du Sud et, en Europe, la Pologne et la France détenant les réserves les plus importantes.

Sous conditions de coûts maîtrisés et de prix des énergies concurrentes, les gaz de schiste pourraient donc pénétrer le *mix* énergétique des pays qui en sont richement dotés, leur permettant ainsi d'améliorer leur indépendance énergétique. C'est aujourd'hui une stratégie clairement appliquée par les États-Unis qui l'étendent aux pétroles de schiste, ce qui a permis un rebond de 15 % de leur production nationale entre 2008 et 2011. Mais les impacts environnementaux locaux, avec des consommations et rejets importants d'eau et d'additifs chimiques pour la fracturation, la contamination des nappes phréatiques et la fragilisation des sous-sols, sont significatifs et âprement discutés aux États-Unis. Quant à l'effet sur les émissions de GES, il a été initialement indiqué comme positif puisque le gaz naturel émet moins de GES à la combustion que le charbon auquel il se substitue. Mais le « bilan GES total » serait en fait comparable à celui du charbon, en raison en particulier des fuites directes de méthane dans l'atmosphère à la production¹⁶.

Le développement rapide des gaz de schiste aux États-Unis a succédé à une période de prix du gaz très élevé durant les années 2000 et il a conduit à une réduction sensible des coûts de production, puis des prix du gaz sur le marché nord-américain (de l'ordre de 3 à 4 dollars US le MBtu [million de British Thermal Unit]). Cela grâce à l'accumulation des compétences, à la proximité entre l'offre et la demande, à une législation favorable (propriété privée du sous-sol) et à des réglementations incitatives. Par contraste, l'Europe présente des controverses et des retards sur plusieurs de ces thèmes, si bien que les coûts y sont quatre fois supérieurs. Cependant, la question se pose, en raison notamment de la dépendance gazière de l'Europe et des prix élevés du gaz acheté à la Russie sur contrats de long terme, indexés au

13. AIE, *World Energy Outlook (WEO): Are We Entering a Golden Age of Gas? Special Report*, Paris : AIE / OCDE, 2011.

14. Un téramètre cube = 1 000 milliards de mètres cubes (NDLR).

15. AIE, *WEO 2011, op. cit.*

16. PÉTRON Gabrielle et alii, « Hydrocarbon Emissions Characterization in the Colorado Front Range: A Pilot Study », *Journal of Geophysical Research*, vol. 117, 2012.

pétrole. Quant à la Chine, l'environnement (législatif, technologique, structurel, infrastructurel, etc.) paraît pour l'instant encore peu propice à un développement de cette production, mais le plan quinquennal pour le gaz de schiste (2012) propose des actions pour y remédier¹⁷. Compte tenu de l'ampleur des réserves chinoises, ce pourrait être un événement majeur, à supposer que les contraintes environnementales — notamment le manque d'eau — puissent être surmontées.

Il n'est donc pas certain que toutes les ressources de gaz de schiste soient mobilisées dans le futur. Mais dans les scénarios de faible contrainte climatique, si des avancées technologiques sont réalisées, si une réglementation rigoureuse est instaurée et si, en dernier ressort, la rentabilité des investissements est présente, alors le développement des gaz de schiste pourrait repousser le pic gazier que certains envisageaient pour 2030 et autoriser un plateau de production gazier élevé, de l'ordre de 4 gigatonnes équivalent pétrole (Gtep) par an jusqu'à 2050.

Le régime climatique et la conférence de Durban : faiblesse des ambitions nationales, difficultés de la coopération internationale

Les évolutions et événements précédents affectent l'ensemble des stratégies énergétiques, dans leurs déterminants nationaux ou régionaux, *bottom-up*. Mais ces stratégies demeurent soumises à des contraintes par le haut ou *top-down*. Le régime climatique, dont le *nucleus* est constitué de la Convention cadre des Nations unies sur le changement climatique (CCNUCC) et du protocole de Kyoto (PK), a en effet pour but de rallier les différents pays afin d'atteindre l'objectif ultime de la stabilisation de la concentration atmosphérique des GES « à un niveau évitant des impacts dangereux des activités humaines sur le système climatique ». Cependant, ce ralliement dépend évidemment de la volonté de chaque pays, qui le plus souvent défend d'abord ses intérêts propres de court terme.

À la Conférence des parties (COP) de Durban, fin 2011, les négociations ont visé les modalités de la transition du régime post-2012. Le groupe de travail sur le protocole de Kyoto (AWG-KP¹⁸) avait pour mandat d'engager les parties de l'Annexe 1 dans une seconde période après 2012, donc de prolonger le protocole. Le groupe de travail sur les actions de coopération à long terme (AWG-LCA¹⁹) avait lui pour mandat d'obtenir un déploiement des

efforts d'atténuation de toutes les parties, donc un nouvel accord global engageant également les parties « non-Annexe 1 », exemptées jusqu'alors d'engagements contraignants au titre du principe de responsabilité commune et différenciée.

Les négociations avaient piétiné depuis la conférence de Copenhague en 2009. Après Durban, trois éléments paraissent clairement peser sur la réalisation de l'objectif ultime. Le premier est le devenir du protocole de Kyoto dont la pérennité est certes assurée pour une seconde période, mais dont la couverture en termes d'émissions se réduit comme une peau de chagrin. Le Japon, la Russie et le Canada (soit 40 % des émissions des parties concernées) sont sortis, rejoignant les États-Unis dont le refus remonte aux premiers temps du mandat de George W. Bush. L'engagement de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande n'est pas définitif mais conditionnel. Quant aux engagements contractés par les autres parties (Union européenne, Suisse, Islande, Norvège) pour la seconde période, ils sont parfois reconsidérés à la hausse (débat sur les 20 % ou 30 % de réduction des émissions d'ici 2020 en Europe).

Le second élément d'incertitude est celui des engagements volontaires de réduction des émissions (*emission reduction pledges*). La COP de Copenhague a vu s'imposer une nouvelle approche, *bottom-up*, impliquant que les pays définissent par eux-mêmes leurs objectifs et leurs politiques, contrairement à l'approche *top-down* du protocole de Kyoto. Cette approche présente l'avantage indéniable d'inclure un plus grand nombre de parties, en particulier les États-Unis ainsi que les grands pays émergents, la Chine et l'Inde étant devenues respectivement le premier et quatrième plus gros pays émetteurs. Elle présente néanmoins le défaut de produire des objectifs qui, après sommation, ne sont pas compatibles avec l'objectif d'un plafonnement des émissions avant 2020 et d'une réduction de l'ordre d'un facteur 2

Tableau 1 — Engagements chiffrés de limitation ou de réduction des émissions des parties au protocole de Kyoto (en % des émissions de l'année ou de la période de référence^{***})

Allemagne	79	Japon	94
Australie	108	Lettonie*	92
Autriche	87	Liechtenstein	92
Belgique	92,5	Lituanie*	92
Bulgarie*	92	Luxembourg	72
Canada	94	Monaco	92
Communauté européenne	92	Norvège	101
Croatie*	95	Nouvelle-Zélande	100
Danemark	79	Pays-Bas	94
Espagne	115	Pologne*	94
Estonie*	92	Portugal	127
États-Unis	93	Rép. tchèque*	92
Fédération de Russie*	100	Roumanie*	92
Finlande	100	Royaume-Uni	87,5
France	100	Slovaquie*	92
Grèce	125	Slovénie*	92
Hongrie*	94	Suède	104
Irlande	113	Suisse	92
Islande	110	Ukraine*	100
Italie	93,5		

*Pays en transition vers une économie de marché.
 **Pour la plupart des pays, l'année de référence est 1990. Les pays en transition vers une économie de marché peuvent choisir une autre année de référence.
 Source : Annexe B du protocole de Kyoto, mise à jour en tenant compte de la redistribution des objectifs entre les États membres de l'Union européenne (1998).

17. « China's 12th Five-Year Plan for Shale Gas », Norton Rose, mars 2012. URL : <http://www.nortonrose.com/knowledge/publications/64620/chinas-12th-five-year-plan-for-shale-gas>. Consulté le 16 août 2012.

18. L'AWG-KP (Ad Hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the Kyoto Protocol) a été créé lors de la onzième Conférence des parties de Montréal (2005). Pour mémoire, les parties de l'Annexe I sont essentiellement les pays riches et en transition.

19. L'AWG-LCA (Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention) a été créé lors de la treizième Conférence des parties de Bali (2007).

en 2050 (voir *infra*). La plate-forme de Durban appelle à la résorption de l'écart d'émission consécutif, estimé à 9 GtCO₂²⁰, par un renforcement significatif des efforts nationaux, mais ne donne pas les moyens de réduire cet *emission gap*.

Le troisième élément de fragilité est celui des dispositifs d'aide et de financements internationaux (investissement, technologie, *capacity building*) devant être fournis par les pays développés aux pays en développement²¹. Les négociations ont permis leur mise en place institutionnelle. Leur efficacité n'est pas immédiate cependant, comme l'indiquent les négociations en cours sur le financement du Green Climate Fund. Cela est dommageable, non seulement car les pays en voie de développement manquent des capacités en la matière, mais également parce qu'il s'agit d'une condition à la prise d'engagements de leur part (article 4.7. de la CCNUCC).

La trajectoire énergétique et d'émission la plus probable est celle où le rôle des énergies fossiles traditionnelles, auxquelles s'adjoignent les hydrocarbures non conventionnels, est conforté, avec la conséquence funeste qu'on leur connaît

Le régime climatique paraît ainsi grippé par des volontés nationales de coopération insuffisantes. Les parties sont réticentes à s'engager ambitieusement et à respecter leurs devoirs et obligations sans contreparties de leurs partenaires. Combiné aux trois autres tendances relevées plus haut, le contexte n'incite donc pas à l'optimisme car il paraît peu propice à une élévation des ambitions climatiques

à partir des engagements nationaux, comme à un renforcement de la place des énergies non carbonées dans les *mix* énergétiques nationaux²². Cela alors même que la pression de la demande est forte dans les pays émergents. Dans ces conditions, la trajectoire énergétique et d'émission la plus probable est celle où le rôle des énergies fossiles traditionnelles, auxquelles s'adjoignent les hydrocarbures non conventionnels, est conforté, avec la conséquence funeste qu'on leur connaît : une augmentation des émissions de GES au-delà de 2020 et un risque élevé de réchauffement bien au-delà des 2 °C supplémentaires. Inversement, la trajectoire souhaitable, compatible avec la limite des 2 °C, supposerait d'orienter rapidement les économies sur une trajectoire de croissance économique sobre en carbone, et cela par une intervention immédiate, d'envergure, crédible et de concert des États pour renforcer la contrainte internationale sur les émissions de GES. Cette trajectoire est certes souhaitable, mais elle apparaît, dans les conditions actuelles, peu probable.

20. PNUE (Programme des Nations unies pour l'environnement), *The Emissions Gap Report: Are the Copenhagen Accord Pledges Sufficient to Limit Global Warming to 2°C or 1.5°C? A Preliminary Assessment*, Nairobi : PNUE, 2010.

21. Cette nécessité apparaît dans les articles (4.1C, 4.3, 4.5) de la CC puis dans le Plan d'action de Bali (paragraphe 1.b.ii).

22. De plus, la crise économique peut amener des distorsions des signaux de prix lorsque des décisions sont prises pour alléger les coûts des carburants ou de l'énergie domestique pour les ménages.

Scénarios énergétiques mondiaux : le probable et le souhaitable

Il devient aujourd'hui de plus en plus évident que la première moitié du XXI^e siècle sera décisive pour la trajectoire du développement énergétique dans l'ère Anthropocène²³. Selon que les politiques menées dans les prochaines années se situent dans le prolongement des deux siècles passés — le siècle du charbon, puis le siècle du pétrole — ou que la transition vers des systèmes sobres en hydrocarbures sera engagée, les dynamiques énergétiques et climatiques s'inscriront sur des trajectoires radicalement différentes et largement irréversibles : jamais sans doute le concept de bifurcation n'aura été plus approprié pour décrire ce qui est aujourd'hui en jeu.

Pour résumer les enseignements du quatrième rapport du GIEC²⁴ du point de vue de la formulation des politiques et des scénarios, il est possible d'utiliser le tableau 5 du « Résumé pour les décideurs » (groupe de travail n° 3). Il permet en particulier de construire une relation robuste, compte tenu de l'inertie des trajectoires, entre le niveau des émissions mondiales en 2050 et l'augmentation attendue de température à long terme, selon l'état des connaissances dans les sciences du climat. Cette relation peut être caractérisée de la manière suivante : si, sur la lancée des trajectoires actuelles, les émissions mondiales étaient multipliées par deux à l'horizon 2050 par rapport à leur niveau 2000, l'augmentation des températures à long terme serait de l'ordre de 5 °C à 6 °C ; si, à l'inverse il était possible de réduire les émissions de 50 % en 2050 par rapport à 2000 (« Facteur 2 » mondial), alors on pourrait s'approcher de l'objectif mentionné dans les négociations internationales de limitation à 2 °C du réchauffement moyen ; enfin, dans les cas intermédiaires, par exemple une augmentation de 40 % à 50 % des émissions en 2050, alors l'augmentation de température à attendre serait de l'ordre de 4 °C (voir graphique 2). Si ces pronostics restent entachés d'incertitude, ils reflètent néanmoins la connaissance scientifique actuelle sur le sujet selon les termes employés par Claude et Marc Henry : une « science incertaine mais néanmoins fiable²⁵ ».

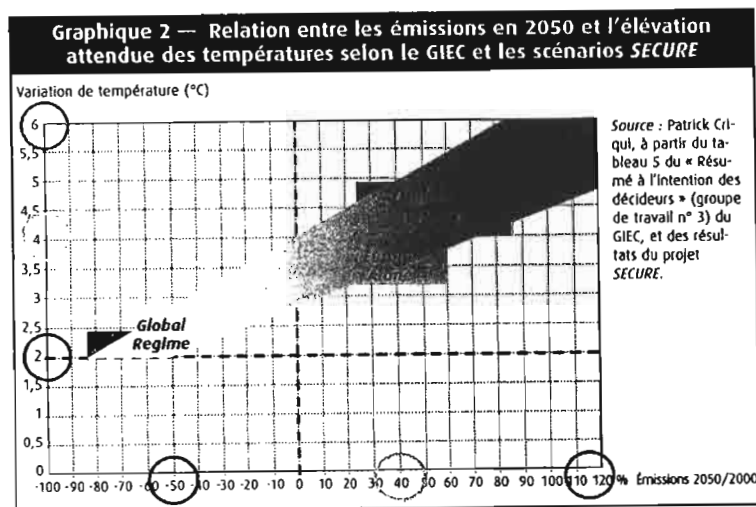
Les scénarios développés dans le cadre de SECURE

Le projet de recherche européen SECURE visait à explorer les conditions de la sécurité d'approvisionnement énergétique de l'Europe à l'horizon 2030

23. CRUTZEN Paul J., « Peut-on survivre à l'ère "Anthropocène" ? », *Project Syndicate*, 5 juin 2009. URL : <http://www.project-syndicate.org/commentary/can-we-survive-the-anthropocene-period-/french>. Consulté le 16 août 2012.

24. GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), *Bilan 2007 des changements climatiques. Quatrième rapport d'évaluation*, Genève : GIEC, 2007.

25. HENRY Claude et HENRY Marc, « L'essence du principe de précaution : la science incertaine mais néanmoins fiable », *Idées pour le débat*, n° 13, 2004 (IDDRI, Institut du développement durable et des relations internationales).



et au-delà²⁶. Il a permis en particulier de montrer que les questions de sécurité énergétique et de politique climatique ne pouvaient pas être séparées, car évidemment l'intensité des politiques climatiques dans les prochaines années et les différentes régions mondiales sera tout à fait décisive pour le devenir des systèmes énergétiques et le futur des marchés. En particulier, la problématique des énergies fossiles — charbon, pétrole et gaz « naturel » — sera très largement dépendante du degré d'affirmation des politiques de décarbonisation des systèmes énergétiques.

C'est pourquoi les scénarios développés à l'occasion de ce projet ont été structurés en amont par les hypothèses sur les politiques climatiques. Quatre scénarios structurels ont été développés en 2009. Ils conservent aujourd'hui toute leur pertinence pour analyser la situation énergétique mondiale, même après les événements signalés *supra* :

— Le scénario *Baseline* est un scénario du « laisser-faire » dans lequel il est supposé qu'aucune démarche de réduction des émissions n'est entreprise ; c'est un scénario extrême et contrefactuel, au sens où il est tout de même peu probable qu'absolument aucune politique ne soit mise en œuvre²⁷.

— À l'autre extrême, le scénario *Global Regime* est un scénario ambitieux et coordonné au plan international visant à respecter l'objectif de la limitation

26. CRIQUI Patrick et MIMA Silvana, « European Climate-Energy Security Nexus: A Model Based Scenario Analysis », *Energy Policy*, vol. 41, 1, février 2012, p. 827-842 ; voir également : BIGANO Andreas, HAFNER Manfred et CRIQUI Patrick, « Energy Security through Environmental Sustainability: The SECURE Project », *Review of Environment, Energy and Economics*, 23 avril 2012.

27. En termes de modélisation, on suppose que le prix du carbone est nul dans toutes les régions.

de l'augmentation de la température moyenne à 2 °C par rapport à la situation préindustrielle²⁸.

— Mais le scénario le plus probable aujourd'hui est un scénario intermédiaire, celui du *Muddling Through*²⁹, c'est-à-dire d'une série d'actions nationales de faible intensité et non coordonnées internationalement.

— Enfin, le quatrième scénario, *Europe Alone*, reflète les conséquences d'une politique unilatérale de transition énergétique pour l'Europe, alors que le reste du monde demeurerait dans la logique du *Muddling Through*. Du point de vue global — des émissions, du climat et des tensions sur les marchés énergétiques —, ce scénario change malheureusement peu de choses par rapport au *Muddling Through* car l'Europe ne représente plus que 14 % du système énergétique mondial aujourd'hui, et bien moins demain ; cependant, ses conséquences en termes de sécurité énergétique et de moindre vulnérabilité pour l'Europe elle-même seraient évidemment positives.

Ces quatre scénarios permettent donc de balayer le champ des possibles tel qu'identifié à partir des travaux du GIEC sur la relation émissions / température. Comme dans toute prospective, à ces cas structurels devaient être associés des scénarios de « surprise », en général de mauvaises surprises :

— un scénario de choc pétrolier avec multiplication des prix par deux à l'horizon 2015 ;

— un scénario d'accident nucléaire majeur (rappelons que les scénarios ont été conçus en 2009) se traduisant par un arrêt complet des commandes de centrales dans le monde et la sortie progressive des centrales existantes à leur fin de vie ;

— un scénario de blocage de la technologie de capture et stockage du CO₂, pour des raisons non purement technologiques, mais plutôt d'acceptabilité sociale et de mise en œuvre industrielle.

Par rapport aux quatre scénarios structurels, les événements survenus depuis (la crise financière du Nord étant déjà enclenchée en 2009) ne conduisent pas à une remise en cause radicale. En particulier, l'accident de Fukushima n'a pas entraîné un arrêt complet des commandes de centrales, mais plutôt un retour vers une relance du nucléaire beaucoup plus centrée sur un petit nombre de pays. La mise à jour de ces scénarios en 2012 conduit donc à des résultats proches, mais qui méritent néanmoins d'être analysés pour eux-mêmes.

Les scénarios mis à jour dans le contexte de 2012

La prise en compte des événements repérés dans la première partie de cet article, à savoir l'extension de la crise, l'accident de Fukushima et l'essor

28. Dans ce cas, le prix du carbone est plutôt de l'ordre de 400 euros la tonne de CO₂ dans toutes les régions.

29. Ce terme difficilement traduisible renvoie à une action non coordonnée, permettant néanmoins d'« avancer dans la confusion ».

des hydrocarbures non conventionnels (la question de la négociation climat constituant elle-même un élément de structuration) permet de réviser les scénarios et de produire des images ajustées du champ des futurs possibles pour l'énergie et le climat.

L'analyse ci-dessous ne porte, par souci de clarté, que sur les deux scénarios les plus pertinents, *Muddling Through* et *Global Regime*, soit respectivement le scénario le plus probable aujourd'hui et le scénario le plus souhaitable du point de vue de l'atténuation du changement climatique. Ces scénarios permettent de décrire deux systèmes énergétiques mondiaux, ayant chacun leur cohérence, mais présentant des caractéristiques extrêmement contrastées, du point de vue tant du mix énergétique que du niveau et de la structure des émissions de CO₂ énergétique. Comme le montre le tableau 2, le scénario *Muddling Through* (celui de l'action non coordonnée), bien qu'il ne soit pas le plus extrême, se traduit par une augmentation des émissions de 50 % en 2050 (réchauffement + 4 °C) alors que le scénario *Global Regime* conduit au contraire à une réduction de 50 % des émissions (réchauffement + 2 °C).

La comparaison des bilans en énergie primaire à l'horizon 2050 révèle les différences structurelles entre une trajectoire mondiale d'émissions peu contrainte et une trajectoire très contrainte, pour le + 2 °C. Le premier constat est que la consommation mondiale est significativement inférieure dans le scénario de forte contrainte carbone, de l'ordre de 20 % ; cela alors même que le scénario de faible contrainte suppose déjà des gains globaux d'efficacité énergétique très importants puisqu'il ne conduit qu'à un doublement de la consommation pour un quadruplement du produit global mondial. L'efficacité énergétique est donc un élément central de la maîtrise des émissions de gaz à effet de serre.

Le deuxième constat est que les fossiles restent dominants dans le scénario *Muddling Through*, avec une contribution totale qui est encore de 68 % : les ressources abondantes de charbon et l'arrivée des sources non conventionnelles de pétrole et de gaz — qui permettent un plateau de production à un niveau élevé, au delà de 4,5 Gtep pour le pétrole et 4 Gtep pour le gaz — font que ce ne seront pas la rareté des fossiles ou le pic pétrolier et gazier qui résoudront le problème du climat. Évidemment, la situation est tout autre dans le scénario contraint, malgré l'importance dans ce cas de la capture et stockage du CO₂ (CSC), car la consommation de fossiles diminue significativement dans un phénomène dit de « pic de demande » (à distinguer du « pic de l'offre ») : leur part décline à 49 % du total et environ la moitié des émissions associées font l'objet de CSC.

Enfin, les énergies non carbonées — nucléaire, hydraulique, biomasse et éolien-solaire — augmentent évidemment en niveau et en part dans le scénario fortement contraint : alors qu'elles ne représentent que 38 % du total dans le scénario de faible contrainte, elles s'élèvent à 51 % dans le scénario « 2 °C », avec des augmentations en niveau de l'ordre de 30 % (pour une consommation totale plus faible). L'examen des parts relatives du nucléaire et des renouvelables dans cette contribution des énergies « bas carbone » doit

Tableau 2 — Les scénarios du probable et du souhaitable, d'après SECURE, révision 2012

	<i>Muddling Through</i>				%	<i>Global Regime</i>				%	GR/MT
	2000	2010	2030	2050	2050	2000	2010	2030	2050	2050	2050
Énergie (Gtep)	9,8	12,1	15,6	18,5	100 %	9,8	12,1	14,1	15,2	100 %	0,82
Charbon lignite	2,3	3,3	3,7	4,0	22 %	2,3	3,3	2,3	1,9	13 %	0,48
Pétrole*	3,5	4,2	4,9	4,6	25 %	3,5	4,2	4,5	2,9	19 %	0,62
Gaz naturel	2,1	2,5	3,7	4,0	21 %	2,1	2,5	3,3	2,6	17 %	0,66
Nucléaire	0,7	0,7	0,9	2,0	11 %	0,7	0,7	1,3	2,9	19 %	1,45
Hydro + géothermie	0,2	0,3	0,4	0,6	3 %	0,2	0,3	0,5	0,6	4 %	1,02
Éolien + solaire	0,0	0,0	0,3	1,1	6 %	0,0	0,0	0,4	1,4	9 %	1,19
Biomasse + déchets	1,0	1,1	1,6	2,2	12 %	1,0	1,1	1,8	2,9	19 %	1,33
Émissions (GtCO ₂)	23,4	29,9	35,9	35,3	100 %	23,4	29,9	26,1	11,2	100 %	0,32
Secteur électrique	8,3	11,5	14,6	14,7	42 %	8,3	11,5	8,6	0,5	4 %	0,03
Industrie	4,4	5,6	6,2	6,0	17 %	4,4	5,6	4,5	2,3	20 %	0,38
Transport	5,7	6,7	7,8	7,3	21 %	5,7	6,7	7,2	4,7	42 %	0,64
Bâtiment	3,0	3,3	3,7	3,4	10 %	3,0	3,3	2,9	1,5	13 %	0,43
Autres	2,0	2,8	3,6	3,9	11 %	2,0	2,8	2,9	2,2	21 %	0,60
Stockage du CO ₂	0,0	0,0	0,1	1,7		0,0	0,0	2,3	10,0		5,75

*Y compris non conventionnel.
 N.B. : la comptabilisation du nucléaire à hauteur de l'électricité produite (et non de la chaleur), comme pour l'hydraulique, l'éolien ou le solaire, conduirait à mesurer une contribution nucléaire plus faible, de seulement 1 Gtep dans *Global Regime* en 2050, soit 6 % du total...
 Source : Modèle POLES-EDDEN, scénarios SECURE, révision 2012.

être mené avec précaution : dans les conventions comptables, alors que l'énergie nucléaire est comptabilisée pour la quantité de chaleur disponible dans les centrales avant la production d'électricité, on ne compte, pour l'énergie hydraulique, éolienne ou solaire photovoltaïque, que la production nette d'électricité, soit environ trois fois moins en énergie³⁰. Il en découle qu'en 2000, la production d'énergie nucléaire apparaît comme trois fois celle de l'hydraulique, alors qu'elle est inférieure en TWh produits ; de même, la production électrique nucléaire projetée en 2050, même si elle augmente beaucoup, reste inférieure dans les deux scénarios à celle des sources renouvelables intermittentes, éolien et solaire, en croissance encore plus marquée.

Les émissions totales sont, on l'a vu, plus de trois fois plus élevées en 2050 dans le scénario de faible contrainte. Mais c'est surtout dans la structure des émissions par secteurs qu'apparaissent des différences révélatrices. Les parts des émissions des secteurs industrie et bâtiment sont assez stables, respectivement à 20 % et 10 % du total, alors que le secteur transport passe de 21 % à 42 %, du scénario de faible contrainte à celui de forte contrainte. Inversement, le secteur électrique qui représente 42 % des émissions to-

30. Ainsi un mégawattheure produit dans une centrale hydroélectrique est comptabilisé comme pouvant produire par effet Joule l'équivalent en chaleur de 0,086 tonne de pétrole, alors que pour le nucléaire, on compte le 0,22 tonne équivalent pétrole de chaleur nécessaire pour produire un mégawattheure dans un cycle Carnot.

tales dans le scénario de faible contrainte, n'en représente plus que 4 % dans le scénario « 2 °C », alors même que la consommation d'électricité est comparable dans les deux cas (un peu plus de 49 000 TWh en 2050 contre 15 000 TWh en 2000) : c'est dire l'importance de ce secteur pour la décarbonisation de l'offre énergétique. Renouvelables, nucléaire et CSC constituent, avec l'efficacité énergétique, les quatre piliers de la réduction des émissions.

Ainsi peut être balisé le champ des possibles pour le devenir du système énergétique mondial : les scénarios proposés restent évidemment empreints d'incertitudes ; cependant deux facteurs peuvent conduire à considérer qu'ils sont assez robustes. Tout d'abord, le champ de la contrainte quantitative sur les émissions, associée aux objectifs climatiques, semble relativement bien défini aujourd'hui par les sciences du climat et les effets de trajectoire. Ensuite, l'analyse économique nous enseigne que toute solution mise en œuvre à grande échelle bénéficie certes d'effets de rendements croissants (apprentissage, adoption...), mais aussi d'effets de rendements décroissants (qualité des sites équipables, contrainte de pénétration dans les systèmes techniques). Chaque option rencontre alors ses limites et la solution coût-efficace globale constitue en général un *mix* relativement équilibré des options (après l'égalisation des coûts marginaux de long terme chère aux économistes). Si l'on regroupe l'hydraulique et l'éolien-solaire (les « renouvelables-flux »), et sous réserve des considérations de comptabilité énergétique mentionnées plus haut, le *mix* énergétique mondial décrit par le scénario de forte contrainte d'émission apparaît finalement très équilibré, à presque six sixièmes en 2050 : charbon 13 %, pétrole 19 %, gaz naturel 17 %, nucléaire 19 %, biomasse 19 %, renouvelables-flux 13 %. Cela ne constitue pas une preuve, mais peut être une indication de la cohérence interne de ce scénario.

Ni « Charbon roi » ni « Âge d'or du gaz », évidemment, mais non plus « Tout-nucléaire » ou « 100 % renouvelables », le scénario de lutte contre le changement climatique décrit par *Global Regime* constitue une référence équilibrée, qui suggère de bien doser le recours aux différentes énergies, pour des raisons économiques notamment. On sait que cet objectif sera difficilement atteint. Pour autant, la négociation internationale devrait fixer des objectifs conduisant à s'en rapprocher.

Propos d'étape : comment rendre possible la trajectoire souhaitable ³¹ ?

La COP de Copenhague a ouvert la voie du basculement de l'approche globale ou *top-down* des problèmes du climat à l'approche *bottom-up*, par les données et contraintes nationales. Et la COP de Durban ne maintient qu'une porte entrouverte à l'approche *top-down*. L'enjeu est donc de savoir si les préférences nationales et les actions en découlant permettront de rapprocher

suffisamment les trajectoires résultantes pour l'énergie et les émissions, de la trajectoire souhaitable. Dans le cas contraire, il faudra bien réintroduire des éléments de régulation globale, quitte à en inventer des formes nouvelles.

La détermination des politiques sur la base des préférences et des moyens mobilisables dans chaque pays est certainement un élément préalable de la construction des stratégies de transition vers les systèmes « bas carbone ». De nombreuses politiques sont aujourd'hui déployées au plan national ou régional / local, en particulier dans les grands pays. Pour l'illustrer, aux États-Unis, tous les États fédérés (sauf trois) appliquent un ou plusieurs instruments de politique (financiers, fiscaux, réglementaires) promouvant les énergies renouvelables. L'idée d'un *Clean Energy Standard* proposée en 2011 par Barack Obama élargirait l'étendue du spectre des énergies propres (y compris le nucléaire) dont le développement devrait être promu. Vingt-trois États fédérés participent à des programmes *cap-and-trade* ³² régionaux pour réduire les émissions de GES, alors que les politiques d'efficacité énergétique sont largement encouragées. Les politiques européennes dans ces domaines sont encore plus ambitieuses, en tout cas dans les déclarations, comme en témoignent le système d'échange de permis d'émissions pour l'industrie, l'objectif des trois fois 20 % pour 2020 (efficacité énergétique, part des énergies renouvelables, réduction des émissions), la *Roadmap 2050* ³³... Quant à la Chine, une batterie de mesures cible les énergies renouvelables. Des programmes d'efficacité énergétique visent les entreprises, alors que des marchés régionaux du carbone pourraient voir le jour grâce au projet pilote débutant en 2013 (deux provinces, cinq villes), avec pour objectif une extension à l'ensemble du pays à partir de 2015. Le contenu « vert » du XII^e plan quinquennal (2011-2015), qui comporte un volet important sur le nucléaire, doit être souligné.

Ces actions nationales choisies de façon souveraine sont prometteuses, mais il faudra encore vérifier leur effectivité et leur efficacité à long terme. Reste que leur amplification (niveau et étendue de l'effort) est fortement conditionnée par des jeux politiques internes propres à chaque société, mais créateurs de fortes tensions. Aux États-Unis, le clivage historique entre républicains et démocrates, que Barack Obama n'a pu contourner durant sa présidence, freine les politiques fédérales ambitieuses, bien que les relais sous-nationaux (États fédérés, localités) soient très actifs. L'Union européenne, malgré le *leadership* climatique international qu'elle peine à réinstaurer, n'est pas exempte de contradictions entre États membres. En témoignent les désaccords sur la *Roadmap 2050* exprimés par les pays membres d'Europe centrale et, plus généralement, les pays dont l'économie est dépendante du charbon pour la production d'électricité. Enfin, en Chine, les oppositions politiques sont moins visibles, mais l'organisation institutionnelle fragmentée du processus de prise de décision et les conflits internes au

31. Expression empruntée à Michel Rocard : « la politique est l'art de rendre possible ce qui est souhaitable ».

32. Plafonnement des émissions et échanges de permis d'émission (NDLR).

33. *Roadmap 2050: A Practical Guide to a Prosperous, Low-carbon Europe*. URL : <http://www.roadmap2050.eu>.

parti communiste sont autant de facteurs de blocages éventuels, sans oublier que la priorité du développement économique peut toujours entrer en conflit avec les ambitions climatiques.

Dans tous les pays, donc, la multiplicité des objectifs de développement économique implique des arbitrages qui ne sont pas toujours pris en faveur des politiques de transition énergétique. Cela sans même évoquer le rôle joué par les *lobbies* « anticlimat » et les « semeurs de doute ». Sur cette base, quels sont les éléments de régulation globale susceptibles de réinsuffler de l'ambition aux politiques, en réarticulant notamment effort national et coordination internationale ? Trois leviers d'action prioritaires doivent être retenus :

— Les accords technologiques : au niveau bilatéral ou plurilatéral, il est possible d'élargir et de consolider les accords sur cette question stratégique du déploiement des technologies vertes, afin d'intensifier leurs transferts et les financements. Les États des pays développés, mais aussi les firmes, devront se positionner vis-à-vis d'abord des pays en développement — aujourd'hui réticents à déployer une politique climatique et craignant une raréfaction de l'aide publique au développement — mais aussi des grands partenaires économiques émergents, qui sont déjà de redoutables concurrents industriels dans ces domaines. Dans cette double perspective, un effort coordonné doit être entrepris pour les systèmes techniques « bas carbone », dans le domaine des transports, du bâtiment, de la ville, de l'industrie manufacturière...

— Les instruments économiques : la diffusion régionale, voire interrégionale, des marchés du carbone offre une opportunité que masquent aujourd'hui les maladies de jeunesse du marché européen. Le déploiement des ETS (*Emission Trading Systems*, systèmes d'échanges de quotas d'émissions) locaux, nationaux ou de type européen³⁴ est déjà riche d'enseignements, permettant d'envisager des interconnexions et des consolidations. Par ailleurs, et opportunément en période de crise des finances publiques, la taxation du carbone offre une opportunité majeure de rééquilibrage des systèmes fiscaux dans les pays OCDE, afin de réduire la fiscalité pesant sur le travail ou, selon les priorités, de réduire l'endettement public.

— L'élaboration d'un dispositif permettant de calibrer les trajectoires nationales d'émission : pour la construction du Pacte global sur le climat qui devrait être établi en 2015 pour application en 2020, de nouvelles approches sont nécessaires afin de construire des trajectoires d'émission nationales différenciées, acceptables par les parties prenantes. De nouvelles mesures de l'intensité des efforts, en fonction des capacités et responsabilités nationales, doivent être développées afin de promouvoir l'adoption d'objectifs nationaux à la fois ambitieux et équitables dans une perspective internationale.

La conjonction de ces leviers, s'ils sont actionnés par une coalition d'acteurs en nombre et d'importance suffisante (idéalement dans des pays développés et quelques pays émergents !), pourrait créer les conditions de base

34. La Banque mondiale recense plus une dizaine de systèmes ETS d'échelle variable et de taille significative.

BIBLIOGRAPHIE COMPLÉMENTAIRE

ALDY Joseph E. et STAVINS Robert N. (sous la dir. de), *Architectures for Agreement: Addressing Climate Change in the Post-Kyoto World*, Cambridge : Cambridge University Press, 2007 (réédité en 2010).

DIAZ Émeline, RADANNE Pierre et CHÉRON Marie, « La politique internationale de lutte contre le changement climatique à l'issue de la conférence de Durban », *Note de décryptage*, 4D (Dossiers et débats pour le développement durable), février 2012.

EIA (U.S. Energy Information Administration), *World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States*, Washington D.C. : U.S. Department of Energy, 2011.

GUERIN Emmanuel et WANG Xing, *Mitigations Targets and Actions in China up to 2020: Progress Towards the 2020 Carbon Intensity Target, Allocation of Provincial Targets, Design of Carbon Market Pilots, and Links with Broader Socio Economic Objectives*, Paris : IDDRI / Sciences Po (working paper n° 01/12), février 2012.

JOBBER ROSS et SIEMINSKI Adam, *US Climate Legislation: A Brief History*, Londres : Deutsche Bank (Global Markets Research), juin 2008.

WORLD ENERGY COUNCIL, *World Energy Perspective: Nuclear Energy One Year after Fukushima*, Londres : World Energy Council, 2012.

de l'accord de 2015. Mais que cette date marque un succès ou un échec, la nature du problème climatique restera inchangée : il faudra un jour réduire significativement les émissions mondiales de GES, et tout temps mort dans le passage à l'action ne fera que reporter l'échéance, tout en instaurant des conditions de changement global encore plus difficiles à supporter par les sociétés humaines. ■

Le défi du développement durable : vers une biocivilisation

Paris, le 13 novembre 2012

Colloque organisé par l'association Serge Antoine
et l'Organisation internationale de la francophonie

Renseignements et inscriptions : Association Serge Antoine, 10 rue de la Fontaine,
91570 Bièvres • Site Internet <http://www.association-serge-antoine.org>
e-mail : contact@association-serge-antoine.org

Criqui P., Mima S., Peytral P.O., Simon Jean-Christophe
(2012)

Les scénarios énergie-climat : mise au point après la crise,
Fukushima, Durban ..., et les gaz de schiste

Futuribles, (390), 5-23

ISSN 0337-307X