

n° 95

MAI-JUIN 2013

Lettre gratuite et mensuelle.

2 Entretien
Irène Xueref-Remy

2 Politique
Rendez-vous au Bourget
En 2015...
... les sénateurs auront
des choses à dire
Adaptez-vous !

2-3 Économie
À la recherche des émissions grises
Attachez vos ceintures

3 Sciences
Un réchauffement de combien ?
La France sera plus au sec en 2065
Washington se penche
sur la géo-ingénierie

3 Initiatives
Communicant, Linky
doit apprendre à parler

4 Actions locales
Difficile de bien manger
pour le climat

5-6 Dossier
L'acidification des océans, l'autre
problème du réchauffement
climatique

7-8 Le graphe de Carbone 4
Gaz de schiste : meilleurs
ou pires que le charbon ?

9 Le carbone a la cote
Le parlement européen
invente le carbone gratuit

10 Sciences & Technologies

27 ans

Voilà 27 ans que la température moyenne globale est supérieure à la normale calculée pour la période 1961-1990 (14 °C), affirme l'OMM.

L'USINE À GES®

la lettre des professionnels du changement climatique

Édito

Transition énergétique Allons chercher l'argent privé

La question est posée depuis 2009. Comment financer la lutte contre le changement climatique ?

En France, on dit plutôt : « *Qui paiera la facture de la transition énergétique (et écologique) ?* » En 2009 donc, les pays les plus riches se sont engagés, lors du sommet climatique de Copenhague (lire *L'Usine à GES* n° 62), à aider les plus pauvres à s'adapter en leur versant une dîme de 100 milliards de dollars par an à partir de 2020. Rapidement, il est apparu que les États, déjà frappés par la crise financière, ne paieraient qu'une faible part de cet écot.

Depuis, économistes et financiers cherchent comment mobiliser l'argent privé qui, désormais (re)coule à flot. La question est d'importance car, entretemps, le montant du devis a considérablement enflé.

Le 4 juin, CDC Climat organisait un colloque sur la question. L'équation de base est connue : si nous voulons stabiliser le réchauffement à 2 °C, la concentration de CO₂ ne doit pas (en principe) excéder 450 ppm d'ici à 2050. Ceci implique, a estimé Helen Mountford (OCDE), de faire passer le montant des investissements « infrastructurels » mondiaux de 3 000 à 6 000 milliards de dollars par an.

Le problème n'est pas tant le montant du devis que les modalités de son financement. Pour la directrice-adjointe de l'Environnement à l'OCDE, les investisseurs privés ont besoin de mesures les incitant à investir dans « l'environnement » plutôt que dans les énergies fossiles, d'un cadre légal plus souple (ah ! les maudites règles de Bâle III) et de... projets.

Rédactrice d'un livre blanc sur le financement de la transition écologique, Dominique Dron estime à une soixantaine de milliards d'euros les besoins annuels français. Pour aider à leur levée sur le marché, l'ancienne commissaire générale au développement durable plaide pour la mise en œuvre d'un cadre « *visible et durable* », d'une politique industrielle digne de ce nom.

L'ex-patronne de la Mission interministérielle sur l'effet de serre appelle aussi à éviter les seuils critiques : « *Il faut faire à temps, le moins cher possible.* » Dominique Dron plaide enfin pour que les instruments financiers qui seront créés « *inspirent la confiance* ».

Au même moment, une majorité de députés votait une résolution appelant à durcir fortement la fiscalité écologique : renforcement des taxes sur le gazole et (re)création d'une contribution énergie-climat. Pas sûr que cela suffise !



Suivez Volodia Opritchnik sur Twitter :
<http://twitter.com/Opritchnik>

www.lusineages.com



Irène Xueref-Remy

Responsable du programme « CO₂-MegaParis », Irène Xueref-Remy, chercheuse au LSCE*, collabore au projet international « Megacities Carbon Project ». À Los Angeles, Paris et São Paulo, ce programme vise à déterminer de façon précise les émissions et les puits de CO₂ des mégapoles. Focus sur Paris.

Comment est né le Megacities Carbon Project ?

Irène Xueref-Remy : On estime que 75 % des émissions mondiales de CO₂ sont issues d'une centaine de sources ponctuelles. Même s'il existe des stations de suivi du CO₂ atmosphérique depuis les années 1950, elles sont toutes éloignées de ces sources. Le *Megacities Carbon Project* essaie de cartographier le plus précisément possible les lieux, les niveaux d'émission et les puits au sein d'une mégapole, là où la majorité de la population mondiale vivra en 2050. L'Île-de-France, par exemple, émet environ 14 % du CO₂ en France pour 2 % du territoire. Or Airparif ne dispose d'aucune station de suivi de ce gaz à effet de serre. Jusqu'à présent les données publiées provenaient uniquement des inventaires nationaux réalisés par le Citepa et calculés en fonction de profils d'activités (nombre de véhicules, par exemple) et de facteurs d'émission (grammes de CO₂ par véhicule-type) définis sur banc d'essai en laboratoire.

Quel dispositif sur le terrain ?

I.X-R : Nous disposons, jusqu'à janvier 2013, de trois analyseurs de CO₂ et de CO : un en ville, au sommet de la Tour Eiffel, un autre à Gonesse en zone périurbaine et un dernier situé en région rurale à Montgé-en-Goële. Ces spectromètres à diode à cascade laser permettent de mesurer les concentrations de CO₂ et d'estimer la partie anthropique qui s'ajoute au gaz carbonique naturel. Deux stations, l'une à Saclay, l'autre en forêt d'Orléans, complètent le dispositif sur le passage des vents dominants (NE/SO), pour étudier la propagation du panache parisien vers la région Centre.

* LSCE : Laboratoire des sciences du climat et l'environnement

Quelles sont les spécificités parisiennes ?

I.X-R : La météo parisienne est plus simple à représenter que celle de Los Angeles, qui est influencée par la brise de mer et par les montagnes entourant la ville californienne. À Paris, les vents sont relativement constants et la topographie moins complexe.

Pour quels résultats ?

I.X-R : Deux articles ont été publiés, l'un sur l'effet de l'îlot de chaleur parisien sur la dynamique atmosphérique, l'autre sur la modélisation du transport direct des émissions de CO₂. Grâce aux mesures collectées depuis août 2010, quatre autres articles sont en cours de publication dont l'un porte sur le dôme de CO₂ urbain, c'est-à-dire sur la quantité de CO₂ qui s'accumule au dessus de la ville : l'impact du vent, des saisons, du trafic, du chauffage sur les concentrations. L'excès de CO₂ par rapport aux régions voisines est compris entre 2 et 20 ppm, ce qui se situe dans la moyenne des grandes villes.

Quel budget pour ce programme ?

I.X-R : CO₂-MegaParis dispose de 700 000 euros. Une goutte d'eau par rapport au programme californien, long à initier, mais qui bénéficie de 11 millions de dollars (8,5 millions d'euros). Les scientifiques de la Nasa ont ainsi pu installer sur le Mount Wilson de multiples analyseurs dont un Lidar. À São Paulo, les scientifiques viennent d'obtenir un financement pour l'instrumentation mais pas encore pour les mesures. Ici, Airparif s'est retiré du programme parisien et nos analyseurs, qui étaient hébergés dans ses stations, doivent être réinstallés.

Politique

Rendez-vous au Bourget En 2015...

La France est candidate à l'organisation de la conférence des parties à la Convention de l'ONU sur le changement climatique (COP) de 2015. C'est à l'occasion de cette 21^e COP que pourrait être conclu l'accord international qui succéderait au Protocole de Kyoto. Si la candidature de la France est retenue en 2014, la conférence – a prévu le Quai d'Orsay – ne se déroulera pas à Paris, mais sur le site de l'aéroport du Bourget. En cause, l'inexistence dans la capitale d'un centre des congrès capable d'accueillir plus de 20 000 congressistes. D'avance, nous leur souhaitons la bienvenue sur la ligne nord du RER B, la pire du réseau francilien.

... les sénateurs auront des choses à dire

Dans ce cadre, que peuvent proposer les collectivités territoriales pour lutter contre les changements climatiques ? Bonne question à laquelle les sénateurs Michel Delebarre (PS) et Ronan Dantec (EELV) devront (tenter de) répondre dans un rapport qui sera rendu au gouvernement avant le 15 juillet 2013.

Adaptez-vous !

Selon une étude de l'Agence européenne de l'environnement, seuls 16 des 27 pays de l'UE ont élevé l'adaptation au rang de priorité nationale. Leurs politiques sont essentiellement focalisées sur la gestion de l'eau, la biodiversité, l'agriculture, la sylviculture et, accessoirement, la santé humaine. Pour accélérer les préparatifs, la Commission a présenté, le 29 avril, un programme en trois points : subventionner les stratégies nationales, aider les secteurs les plus vulnérables (agriculture et pêche) et accroître les efforts de recherche et de diffusion de l'information.

Économie

À la recherche des émissions grises

Dans un rapport commun, le Citepa, le Réseau Action-Climat et l'Ademe rappellent que les émissions de GES imputables au commerce international ne sont pas prises en compte par les inventaires nationaux d'émissions. Or, indique l'étude, elles représentent 28 % des émissions mondiales de CO₂ et croissent de 4,3 % par an. Autre oubli lié à la mondialisation : la non-prise en compte des émissions de l'aviation civile et du fret maritime. Les émissions de ces deux secteurs pourraient représenter entre 5 et 6 % des rejets anthropiques de CO₂.

.../...

Communicant, Linky doit apprendre à parler

Conçu pour aider les usagers à maîtriser leur consommation d'électricité, le futur compteur d'ERDF a besoin d'internet pour se faire comprendre.

Il est l'Arlésienne de la transition énergétique. Après avoir été installé, à titre expérimental, chez 300 000 usagers d'Indre-et-Loire et de l'agglomération lyonnaise, le compteur communicant d'électricité Linky a disparu des débats. Cette descente aux oubliettes est dommageable. Car, vous ne le savez peut-être pas, mais ce prototype du compteur du futur proche doit, en principe, participer à la révolution énergétique.

Un compteur interactif

De quoi s'agit-il ? Contrairement aux compteurs électromécaniques et électroniques actuels, Linky a été conçu pour transmettre les données de consommation au distributeur. À charge pour ERDF de transmettre ces données aux fournisseurs de courant afin qu'ils nous facturent enfin ce que nous avons réellement consommé et non plus un montant estimé.

Dans le sens inverse, le compteur vert transmet des ordres, comme un changement de puissance souscrite, voire un arrêt de l'alimentation. Accessoirement, il peut nous fournir le relevé précis de notre consommation ; une information censée calmer nos appétits électriques. Oui, mais voilà : plus de la moitié des compteurs français sont installés à l'extérieur des logements. De plus, l'écran de Linky n'offre pas, c'est un euphémisme, un grand confort de lecture.

D'où l'idée de mettre à la disposition des pionniers du compteur « intelligent » un portail internet grâce auquel ils pourront enfin gérer, en connaissance de cause, leur demande. Reste à savoir si le consommateur est mûr pour une solution de ce type. L'expérience vient d'être tentée. En collaboration avec la filiale d'EDF, GrandLyon Habitat a mis en ligne « Watt et moi ». Dédié au millier de locataires du bailleur social de l'agglomération de Lyon, équipés de Linky, le site internet indique, sous différentes formes, les volumes de consommation de chaque abonné.

Il offre aussi la possibilité de se fixer des objectifs mensuels de consommation et de se comparer à un panel « de référence identique ». GrandLyon Habitat a truffé le site de conseils qui, s'ils sont bien suivis, doivent en principe contribuer à réduire la consommation

Les gens, c'est mieux

Innovante, l'expérimentation a été suivie par la Commission de régulation de l'énergie (CRE), par des associations de consommateurs, par les collectivités locales, par l'Ademe et par l'Union sociale pour l'habitat. Après quelques mois, des utilisateurs ont été interrogés par des sociologues. Et voici ce qu'ils leur ont dit. D'abord, ils sont peu nombreux à surfer régulièrement sur « Watt et moi » : un sur six, pas plus. Pour cette minorité d'audacieux, à l'enthousiasme initial a succédé une certaine incompréhension. Le site est, certes, considéré comme intuitif et son paramétrage apprécié (consommation par saison, mois ou jour). En revanche, peu d'usagers saisissent véritablement la notion de... kilowattheure. Ce qui est gênant lorsqu'on parle de consommation d'électricité. Bref, on souhaite plus de pédagogie, de communication régulière. Et, chose sublime à l'heure de l'internet à tout crin, on veut aussi pouvoir discuter avec des êtres humains : des locataires pour échanger des pratiques, des conseillers pour donner plus de sens à l'information.

L'Agence locale de l'énergie (ALE) de l'agglomération lyonnaise va donc s'y coller. Elle va développer des échelles de consommation. Ses experts rédigeront, chaque mois, des courriels d'information et de conseil. Des ateliers pédagogiques seront organisés pour répondre aux attentes. Autant d'exemples qui pourront inspirer les gestionnaires des réseaux d'électricité quand la décision de déployer Linky à l'échelle nationale aura été prise. Mais ça, c'est une autre histoire !

Attachez vos ceintures

Les vols transatlantiques vont devenir de plus en plus acrobatiques. Dans un [papier](#), publié dans *Nature Climate Change*, deux chercheurs britanniques estiment qu'un réchauffement imputable au doublement de la concentration de CO₂ va fortement modifier la trajectoire des *jet streams*. La perturbation de ces puissants vents d'altitude devrait fortement accroître les turbulences subies par les avions de ligne et par leurs passagers. Paul Williams (université de Reading – UK) et Manoj Joshi (université d'East Anglia – UK) suggèrent aux transporteurs de changer leurs plans de vol en conséquence. Ce qui devrait alourdir le coût en carburant des nouvelles routes aériennes entre l'Europe et l'Amérique.

Sciences

Un réchauffement de combien ?

Dans son 4^e rapport d'évaluation, le Giec promet un réchauffement de 1,1 °C à 6,4 °C d'ici à 2100. Un scénario très pessimiste aux dires de climatologues. Dans un [article](#) récemment publié dans *Nature Geoscience*, l'équipe d'Alexander Otto (université d'Oxford – UK) affirme qu'en cas de doublement de la concentration de CO₂, la température ne grimpera pas de plus de 2,5 °C d'ici à la fin du siècle... avant de repartir rapidement à la hausse.

La France sera plus au sec

En se basant sur des données de pluviométrie de Météo France et sur sept modélisations du climat, les scientifiques du [programme Explore 2070](#) ont évalué l'évolution du niveau des nappes phréatiques de l'Hexagone à l'horizon 2045-2065. À cette échéance, les niveaux d'eau souterraine devraient baisser de 10 % à 25 %. Ce phénomène se conjuguera avec la montée du niveau de la mer. Les eaux salées et saumâtres contamineront alors les nappes côtières. Au minimum, les ressources en eaux souterraines tricolores devraient diminuer, en 2070, au mieux de 10 % à 30 %, au pire de 20 % à 55 %.

Washington se penche sur la géo-ingénierie

Dans un récent [communiqué](#), l'Académie des Sciences américaine annonce avoir créé un comité chargé d'évaluer l'efficacité, les coûts et les impacts des technologies proposées pour contrer le réchauffement climatique (accroissement de l'albédo, réflexion des rayons solaires vers l'espace, brumisation de l'atmosphère). Dans son prochain rapport d'évaluation, le Giec devrait faire de même.



Difficile de bien manger pour le climat

Notre alimentation est une source importante d'émission de GES. Mais il faut se méfier des réponses toutes faites pour en alléger le bilan carbone.

C'est presque une évidence. Plus les producteurs de notre alimentation sont proches de chez nous, moins le bilan carbone de nos trois repas quotidiens est important. Problème, cette démonstration est... fausse.

En 1997, une étude suédoise a montré que l'empreinte carbone de tomates néerlandaises (cultivées dans des serres chauffées au fioul) était seize fois plus élevée que celle de tomates importées d'Espagne (élevées au soleil). En 2009, le ministère britannique de l'Environnement a refait le calcul sur plusieurs denrées et en y incluant les émissions imputables au transport.

Gare à la tomate anglaise !

Sans surprise, la tomate espagnole reste compétitive, en émettant trois à quatre fois moins de gaz à effet de serre (GES) que sa cousine

britannique, également chauffée au fioul. Le bilan est un peu moins désastreux pour les framboises. En revanche, la pomme de terre israélienne est bien plus carbonée que la *potatoe* britannique : la faute à l'énergie (fossile) utilisée pour irriguer massivement les champs de patates de l'État hébreux. Bref, pas facile d'alléger notre menu carbone, dont l'addition tourne autour de sept à neuf kilos de GES par repas et par personne.

Constructifs, certains suggèrent de ne consommer que les produits de saison. Ça ne semble pas aussi simple. Une étude de Hanna Karlsson (Université suédoise des Sciences agricoles) basée sur des analyses de cycle de vie montre que, même dégustées en pleine saison, les tomates achetées à Copenhague ont un bilan carbone bien plus important que celui de la carotte, par exemple. *Exit*, la tomate-mozza ! Place à la carotte Vichy.

Moins de viande ?

Les végétariens, justement, ont-ils la solution ? Rappelant que la production mondiale de viande est à l'origine de 18 % des émissions anthropiques de GES (lire *L'Usine à GES* n°59), supprimer la barbaque serait donc salutaire pour le climat. Là encore, ça n'est pas forcément gagné. Car, pour un apport d'énergie équivalent, les Végans et leurs amis doivent manger beaucoup plus de fruits et de légumes (frais et secs) que les « viandards ». Une récente étude, publiée par Nicole Darmon (université d'Aix-Marseille) dans *L'American Journal of Clinical Nutrition*, indique ainsi que le régime sain des « *veggies* » peut être plus carboné qu'un menu carné ou déséquilibré. « *Un gros caddy d'aliments bio et locaux aura plus d'impact qu'un petit sachet d'aliments moins sains* », résume la scientifique dans un entretien accordé au *Journal de la sécurité alimentaire*. Climat et alimentation, un beau sujet de recherche pour le 6^e rapport du Giec.

L'acidification des océans, l'autre problème du réchauffement climatique

Si le phénomène n'est plus à démontrer par les scientifiques, les effets de l'acidification des océans sur la faune, la flore et les écosystèmes restent encore trop méconnus.

Océanographes et climatologues étaient réunis, début mai, à Bergen en Norvège, pour présenter les résultats de leurs études sur les effets de l'acidification dans l'océan Arctique, une région encore peu étudiée. Le bilan n'est pas des plus encourageants. Ces eaux septentrionales sont particulièrement affectées par le phénomène. Vulnérables parce qu'elles sont froides – elles absorbent ainsi plus de CO₂ – et aussi parce qu'elles reçoivent les eaux douces de la fonte des glaces.

Le CO₂ tue les huîtres

Bien que l'acidification des océans ait été décrite dès les années 1960, ce phénomène demeure peu connu, dans l'ombre du réchauffement climatique. Pourtant, il en a la même origine : le CO₂ émis par les activités humaines. Une partie du dioxyde de carbone émis dans l'atmosphère depuis le début de l'ère industrielle est partiellement absorbé par les océans (25 % des émissions environ). Ce dioxyde de carbone anthropique capté a pour conséquence de modifier la chimie des eaux, en diminuant le pH et la concentration en ions carbonates (CO₃²⁻). Ainsi, les scientifiques estiment qu'au rythme actuel des émissions, le pH pourrait atteindre 7,8 voire 7,7 d'ici à 2100 (contre 8,1 aujourd'hui). Conséquences : il y aurait moins d'ions carbonates disponibles pour tous les organismes qui possèdent un squelette calcaire.

Mais l'évolution du pH varie beaucoup en fonction des régions du Globe. En effet, la constante de dissolution du CO₂ dépend de la température du

milieu. Les eaux les plus froides captent plus de dioxyde de carbone.

La côte nord pacifique américaine est, par exemple, une des plus sensibles au monde aux variations de pH. L'« *upwelling* », c'est-à-dire la remontée d'eaux profondes particulièrement riches en CO₂, phénomène naturel par ailleurs, vient accentuer les effets de l'acidification sur le milieu. Résultat : en 2006, plusieurs éclosions d'huîtres de les États de Washington et de l'Oregon ont connu des taux record de mortalité, les larves étant particulièrement sensibles aux variations de pH.

Une étude de l'université de l'Oregon, publiée en 2012 dans la revue *Limnology and oceanography*, a réussi à démontrer, pour l'éclosie de Whiskey Creek, en Oregon, l'existence d'un lien formel entre acidification et pertes massives des larves (plus de 70 % des effectifs). Or, dans les États de Washington et de l'Oregon, l'industrie huître est un secteur économique lourd de millions de dollars (en 2009 : 278 millions de dollars soit 215 millions d'euros).

« *L'acidification des océans est déjà en cours. Même si nos émissions de CO₂ s'arrêtaient aujourd'hui, les effets se feraient sentir pendant des centaines d'années* », estiment Jean-Pierre Gattuso, Frédéric Gazeau du Laboratoire d'Océanographie de Villefranche (Alpes-Maritimes) et Lina Hansson de l'AIEA à Monaco, dans un document à paraître sur l'acidification des océans.

Un stress pour tout le système sous-marin

Si les conséquences chimiques sont connues, les conséquences biologiques, écologiques de l'acidification n'ont été évaluées qu'à partir de la fin des années 1990. Les premières études ont porté sur les organismes à squelette calcifié (mollusques, coraux, algues calcaires) car ce sont eux qui ont besoin des ions carbonates pour construire leur structure. Ils pourraient être les premiers affectés.

Il est maintenant connu que les coraux ou les ptéropodes – des mollusques planctoniques essentiels à la chaîne trophique des régions polaires – ne seront pas capables de s'adapter et donc de survivre. Mais peu d'études existent sur les planctons, aucune sur les virus et les microbes, des organismes qui jouent pourtant un rôle essentiel dans la décomposition de la matière organique. On pensait que l'acidification n'aurait pas d'effets sur les poissons, mais ceux des récifs coralliens semblent, selon des résultats récents, perdre leurs capacités olfactives et auditives. Selon les scientifiques, 70 % des coraux souffriront d'une dégradation importante due au réchauffement global d'ici 2030. L'acidification des océans va rajouter un stress supplémentaire à cet écosystème.

« *Ce qui m'inquiète le plus, c'est la combinaison de l'augmentation de CO₂ couplée à celle de la température (liée au réchauffement climatique) et à une diminution de l'oxygène* », s'alarme Frédéric

Gazeau. Une expérience menée récemment par le laboratoire de Villefranche-sur-mer en Méditerranée montre, sur des bancs de moules cultivées dans des eaux de 3 °C plus chaudes, que la diminution du pH peut avoir des effets dévastateurs. Les moules possèdent, en effet une mince pellicule qui protège la coquille. Si la température augmente, cette pellicule disparaît et les moules ne peuvent plus s'adapter aux variations de pH.

Mais il y aura des gagnants et des perdants. D'autres espèces faisant de la photosynthèse comme les herbiers à posidonies, pourraient tirer leur épingle du jeu et profiter de l'augmentation de CO₂.

Le MBARI et son FOCE system en Californie

Aux États-Unis, le Monterey Bay Aquarium Institute (MBARI) est à la proue de la recherche. Le laboratoire situé dans la baie de Monterey, en Californie, possède un observatoire exceptionnel, situé par 900 mètres de fonds au large et relié au continent par un câble. C'est aussi là que tous les laboratoires américains viennent tester leurs appareils. En 2003, Peter Brewer, chimiste océanographe, et son collègue Bill Kirkwood ont mis au point une chambre expérimentale, le « *Free Ocean CO₂ Enrichment (FOCE) Experiment System* », grâce à laquelle on peut mesurer l'influence des variations de CO₂, et donc de pH, dans les eaux sur des organismes sous-marins. La chambre expérimentale a été par la suite adaptée

à différents milieux comme les récifs coralliens ou le milieu polaire. Un système très basique et « *open source* » qui permet de multiplier les expériences en milieu naturel et d'acquérir les données manquantes.

Epoca en Europe ?

Le projet européen Epoca (*European Project on Ocean Acidification*) lancé en 2008, est maintenant achevé. Il s'agissait du premier programme européen de recherche sur l'acidification des océans (32 partenaires de 10 pays européens) et de grande échelle. Depuis, un centre international de coordination sur l'acidification des océans (OA-ICC) a été créé en octobre 2012, au sein de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) à Monaco. Ce nouveau projet aura pour but de développer un réseau d'observation international, la formation des jeunes chercheurs, l'échange des bases de données. C'est Epoca qui a réussi à montrer que les ptéropodes et les coraux profonds seront directement touchés par l'acidification des océans. Ainsi *Limacina helicina*, un ptéropode à coquille calcaire de l'océan Arctique, devrait construire sa coquille à une vitesse inférieure de 30 % dans une eau de mer au pH à 7,7 (pH prévu pour 2100). Une diminution encore plus forte (50 %) a été mesurée chez le corail d'eaux froides *Lophelia pertusa*.

Premières mesures de mitigation, État de Washington

La Californie reste encore peu touchée par l'acidification des océans. Mais ses deux voisins

(l'Oregon et l'État de Washington), en subissent déjà les effets. Parce que l'*upwelling* accentue le phénomène, mais aussi parce ces deux États ont développé leur économie autour de la mer : saumons, huîtres, crabes, et autres fruits de mer sont une spécialité de la côte pacifique nord des États-Unis. Difficile de rester impuissant devant un phénomène aussi complexe. Les autorités locales ont donc voulu chercher les cofacteurs qui accentuent l'acidification des océans pour mieux agir. Après les pertes massives de 2006 et 2007 dans les éclosiers de Washington, le gouverneur a décidé de mettre en place un panel regroupant décideurs, pêcheurs, industriels, citoyens, représentants de l'État et scientifiques pour réfléchir aux actions possibles.

La « *blue ribbon task force* » a donc élaboré 42 recommandations. Elle s'attaque à la pollution agricole ou industrielle. L'eutrophisation des milieux côtiers liée aux rejets de nitrates et phosphates accentue en effet les conséquences de l'acidification des eaux. Ce groupe de travail a également mis en place un plan pour améliorer la gestion des effluents côtiers. Il envisage enfin la mise en place d'aires marines protégées. Mais certains critiquent cette solution : trop passive et trop lente pour lutter de manière efficace contre les effets néfastes de l'acidification et du réchauffement climatique. D'ailleurs, certains ostréiculteurs américains de la côte pacifique nord, conscients que le phénomène n'est pas près de s'inverser, ont décidé de délocaliser leurs éclosiers... à Hawaï !





Gaz de schiste : meilleurs ou pires que le charbon ?

© ONIDIJ - FOTOLIA.COM

Une controverse scientifique portant sur l'impact climatique de l'exploitation des gaz de schiste a récemment fait surface. Carbone 4 fait le point sur la situation.

Pour qui suit les débats autour de l'exploitation des gaz de schiste aux États-Unis, il est des noms qui sonnent familiers : ceux des scientifiques Howarth et Cathles en font partie. Depuis 2010, les deux auteurs se livrent une bataille à fleurets mouchetés sur l'évaluation des émissions de GES liés à l'exploitation des gaz de schiste, en défendant deux positions diamétralement opposées. La première équipe de chercheurs, celle d'Howarth, considère que les émissions de GES sur l'ensemble du cycle de vie sont équivalentes (voire supérieures) à celles du charbon^{1,2,3}. La seconde, celle de Cathles, se fait l'avocate de l'exploitation des gaz de schiste, arguant que, au contraire, les bénéfices en matière de réduction des émissions de GES sont très significatifs par rapport au charbon^{4,5}.

Des hypothèses différentes aux US

Qui croire ? L'examen du dossier montre que les deux équipes se fondent sur des hypothèses différentes. En résumé, le désaccord porte sur trois points très précis :

1. les quantités de méthane s'échappant dans l'atmosphère, en particulier au moment où le liquide de fracturation remonte à la surface des puits de forage ;
2. l'horizon de temps sur lequel l'impact climatique du méthane est pris en compte (20, 50 ou 100 ans) ;
3. le mode de comparaison au charbon : en termes d'énergie primaire (combustion pure) ou d'énergie finale (via la production électrique).

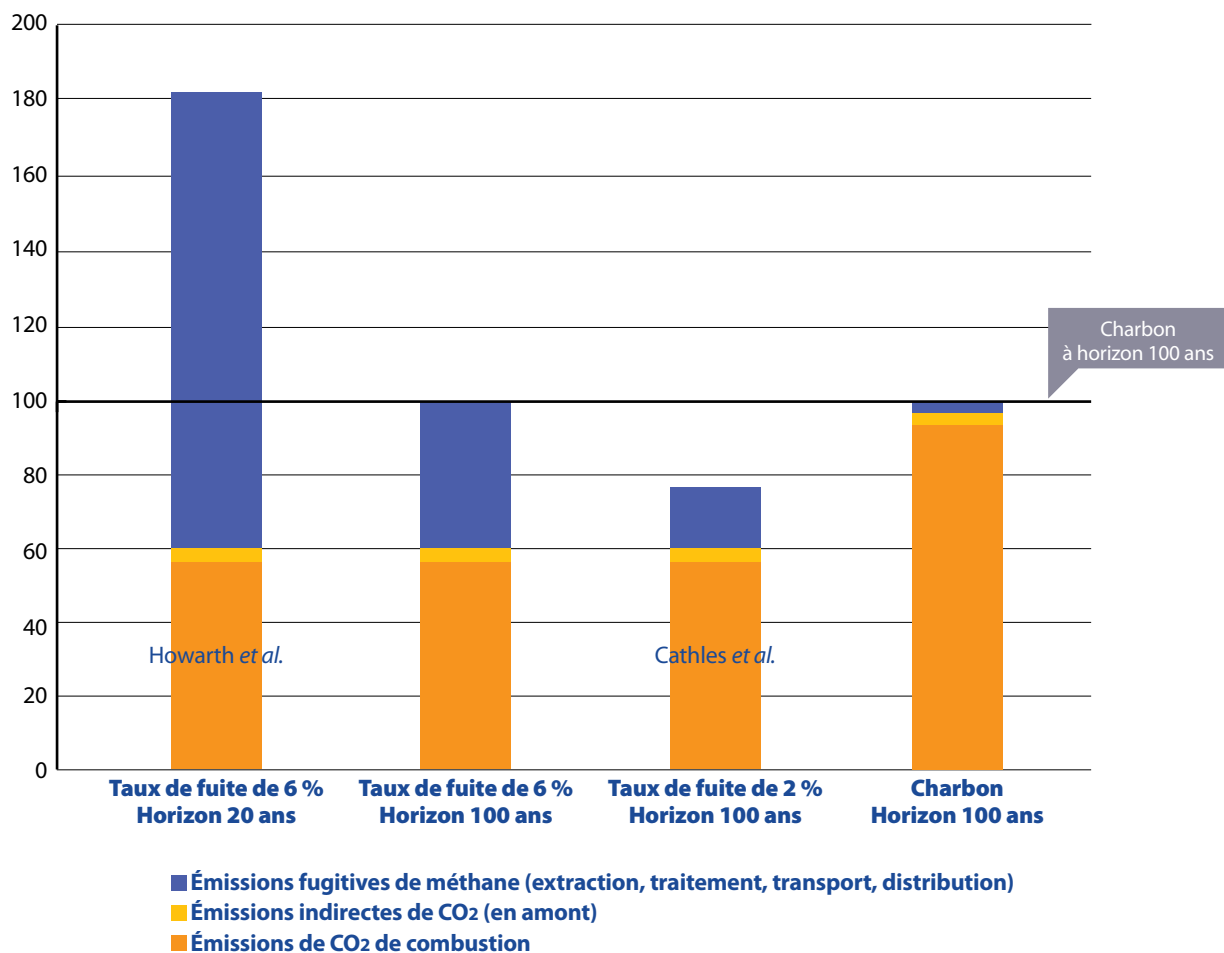
Un bon dessin valant parfois mieux qu'un long discours, le schéma 1 résume les débats (page 8).

20 ou 100 ans ?

Lorsqu'un GES est relâché, son effet sur le climat va dépendre de sa capacité à absorber le rayonnement infrarouge instantané, mais aussi de sa durée de résidence dans l'air. Le méthane a une durée de vie moyenne dans l'atmosphère de vingt ans, contre cent ans pour le CO₂... mais une capacité d'absorption immédiate bien plus élevée (environ 100 fois plus forte). Pour en déduire le pouvoir de réchauffement global (PRG) correspondant des GES (et les comparer entre eux), il faut donc faire un choix conventionnel sur l'horizon auquel on se place. Les climatologues ont opté pour le compromis de l'horizon à cent ans. Ce choix tient notamment compte de la durée de résidence plus longue du CO₂ dans l'atmosphère (le premier gaz à effet de serre émis par nos activités), ce qui conduit à son accumulation et va impliquer des effets à moyen et long termes plus significatifs que ceux du méthane. À plus court terme, si des effets de seuil sur le climat sont à redouter, sous-estimer l'impact du méthane peut s'avérer dommageable en termes de prévention.

(1) « Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations », Howarth, Santoro, Ingraffea (Cornell University), avril 2011, *Climatic Change* (2011) 106:679–690 DOI 10.1007/s10584-011-0061-5 / (2) « Venting and leaking of methane from shale gas development: response to Cathles et al. », Howarth, Santoro, Ingraffea (Cornell University), janvier 2012, *Climatic Change* DOI 10.1007/s10584-012-0401-0 / (3) « Methane Emissions from Natural Gas Systems », Howarth, Santoro, Ingraffea (Cornell University), Shindell (Nasa), Phillips (Boston University), Townsend-Small (University of Cincinnati), février 2012, *National Climate Assessment reference number 2011-0003* / (4) « A commentary on "The greenhouse-gas footprint of natural gas in shale formations" by R.W. Howarth, R. Santoro, and Anthony Ingraffea », Cathles, Brown, Hunter (Cornell University), Taam (Electric Software), octobre 2011, *Climatic Change* DOI 10.1007/s10584-011-0333-0 / (5) Communiqué de presse : « Response to Howarth et al's Reply », Cathles, Brown, Hunter (Cornell University), Taam (Electric Software), février 2012 / (6) « Climate impact of potential shale gas production in the EU », AEA et al., juillet 2012, pour le compte de la Commission européenne DG clima, référence CLIMA.C.1/ETU/2011/0039r

Schéma 1 : Comparaison de l'impact climatique du gaz de schiste et du charbon pour un usage thermique (charbon à horizon 100 ans = base 100)



On comprend mieux par ce graphique pourquoi les conclusions des deux équipes sont si différentes, quand il s'agit de se comparer au charbon : pour Howarth *et al.*, le gaz de schiste est à peu près deux fois pire, tandis que pour Cathles, il est environ 30 % moins émissif !

Plus modérée, l'Europe

Revenons en Europe. Dans un rapport publié en juillet 2012 pour le compte de la Commission européenne⁶, l'AEA conduit une investigation détaillée de l'état de la connaissance sur les impacts environnementaux dus à l'exploitation des gaz de schiste. Cette étude présente une modélisation des émissions de GES directes et indirectes de la production d'électricité au gaz naturel, à partir de sources conventionnelles ou

non conventionnelles (comme le gaz de schiste) : les résultats s'appuient sur des hypothèses de fuites de méthane beaucoup plus modérées que chez Howarth *et al.*

Impossible de faire un choix. Des travaux complémentaires devront être menés en toute indépendance par la communauté scientifique pour faire toute la lumière sur ce sujet. Ceci étant posé, il apparaît important de distinguer ce qui

relève de l'incertitude scientifique (les taux de fuite) de ce qui a trait à de purs choix de convention sur les horizons de temps retenus dans les calculs de PRG. Sur ce point précis, rappelons que la convention du PRG à 100 ans fait consensus et que la quasi-totalité des calculs d'impact climatique dans le monde se base sur cette règle : la clarté de ce débat mérite sans doute que les comparaisons gaz/pétrole/charbon soient faites selon cette convention à 100 ans et non à 20 ans.

(1) Les émissions pour le charbon correspondent à une moyenne des données utilisées par Howarth et Cathles pour le charbon exploité à la fois en surface (« surface mined ») et en profondeur (« deep mined »). Les fuites de méthane liées au processus d'extraction sont incluses et apparaissent en vert sur le graphique.



Le parlement européen invente le carbone gratuit

Le vote parlementaire du 16 avril est un calcul désastreux, tant sur le plan climatique que politique.

C'est un vote serré, de 334 voix contre, 315 pour et 63 abstentions, qui a eu raison du marché du carbone, le 16 avril. Ce jour-là, les députés européens devaient se prononcer sur l'opportunité de retirer 900 millions de quotas du marché d'ici à 2020, afin de le ranimer. Les prix du permis d'émission de GES se sont effondrés depuis quelques mois et ne représentent plus aucune contrainte pour les industriels aujourd'hui, à environ 3 euros la tonne. Le retrait temporaire d'une petite quantité de quotas permettait de créer un peu de rareté et donc de soutenir le prix des quotas restants.

Pourtant, une majorité de députés a voté contre ce projet. Il s'agit surtout de députés du Parti populaire européen, qui regroupe les formations de droite, de députés espagnols et polonais.

Des arguments de chimistes

Les eurodéputés se sont visiblement montrés sensibles aux arguments des industriels. Certains avaient beaucoup investi dans cette campagne, à l'instar du chimiste allemand BASF, en jouant sur une corde particulièrement sensible ces temps-ci :

la croissance. Selon le groupe de chimie, faire monter le prix du carbone aura aussi comme effet de renchérir le prix de l'énergie, alors que les Européens subissent déjà un désavantage concurrentiel dans ce secteur en raison de la rareté des énergies fossiles sur le Vieux Continent.

Les Américains, au contraire, avec le gaz de schiste, sont en train de gagner des parts de marché en cassant les prix de produits chimiques gourmands en énergie, puisqu'ils disposent aujourd'hui d'une énergie très peu chère et de coûts de revient inférieurs à ceux constatés dans l'Union européenne. Or la question énergétique est aujourd'hui au cœur des débats : le Medef européen, Business Europe, ne cesse d'évoquer le « fossile énergétique » qui sépare l'Europe des États-Unis.

Nouveau vote

Si l'argument a fait mouche, certains députés verts ne se reconnaissent pourtant pas battus. En effet, la Commission songerait aujourd'hui à proposer, dès le mois de juin, un nouveau

Trop de solaire nuit au vin

La bataille de l'énergie solaire vient de connaître deux nouveaux épisodes. Accusée par les États-Unis et l'Europe de subventionner massivement son industrie du photovoltaïque, la Chine vient d'être sanctionnée. Suivant Washington, Bruxelles a annoncé, le 3 juin, l'instauration de taxes supplémentaires sur les panneaux solaires chinois et les *wafers*. La réaction de Pékin n'a pas tardé. Dès le lendemain, les autorités chinoises ont lancé des procédures anti-dumping et anti-subsidations sur les vins... européens. Ce qui n'est pas du goût des Européens qui exportent, en moyenne, pour un milliard d'euros de jaja dans l'Empire du Milieu.

Gare au gaz de schiste européen

Invitée, le 4 juin, de l'Association des journalistes de l'environnement, la commissaire européenne à l'action climatique a adressé une mise en garde aux partisans européens de l'exploitation à outrance des gaz de schiste (GDS). Tout en reconnaissant que le mix énergétique restait une compétence nationale, Connie Hedegaard a indiqué que jamais les prix du GDS en Europe n'atteindraient les niveaux aussi bas que ceux observés outre-Atlantique. Les contraintes d'exploitation y sont plus dures qu'aux États-Unis, la géologie n'est pas la même et il y a peu d'espaces vierges pour forer tranquillement, a-t-elle justifié.

texte au suffrage européen, légèrement modifié et qui pourrait aider à recoller les pots cassés. Si des dissensions sont apparues à l'occasion du vote entre le commissaire à l'énergie, Günther Oettinger, et certains de ses collègues, la position officielle est pourtant bien de soutenir le marché du carbone.

La direction générale Climat de la Commission est particulièrement déterminée à sauver cet outil, le plus important du monde avec ses huit ans d'âge. Connie Hedegaard a d'ailleurs entrepris des visites auprès des députés qui ont voté contre le retrait des quotas, pour tenter de comprendre leurs motivations et d'adapter le texte. Car le choix des députés européens gêne la commission Barroso à plus d'un titre. La position de l'Europe face aux pays en voie de développement, qu'elle incite en permanence à réduire leurs émissions de CO₂, est notamment mise à mal par la disparition du marché du carbone. Déjà affaiblie sur le plan économique, l'Europe n'a pas besoin de perdre le peu d'aura politique qui lui reste.

Prix moyen du carbone (au 05.06.13)

Tableau des prix	Prix moyen mensuel
QUOTAS EUROPÉENS	
Marché spot	3,90 euros
QUOTAS EUROPÉENS ICE ECX	
Livraison déc 2013	3,91 euros
Livraison déc 2014	4,34 euros
CER	0,41
RGGI	2,8 dollars
California Greenhouse Gas Allowances	14 dollars pour le quota 2013

Un seul tube pour les éoliennes offshore

Pour poser des éoliennes marines, un gros tube d'acier pourrait suffire. Les aérogénérateurs du large reposent la plupart du temps sur des structures tripodes, amarrées par des sortes de « sardines » fichées dans le sable ou l'argile. Le métallurgiste Steelwind, filiale de l'aciériste sarrois Dillinger, construit une usine près de Brème pour fabriquer un nouveau type de fondation « monopile », un simple tube enfoncé dans le sol. Déjà utilisé en mer d'Irlande ou pour les installations proches du Danemark, ce principe pourrait s'appliquer à des profondeurs très supérieures (30 à 35 mètres soit presque toute la mer du Nord) grâce à un fort diamètre pouvant atteindre les 10 mètres. Ces pièces de 800 tonnes, pour une épaisseur de plaque de 150 mm, remplacent des ensembles 20 % plus lourds, bien plus complexes et plus chers à poser. Le coût de la pose pourrait diminuer de 40 % avec ces pièces plus faciles à fabriquer de façon standardisée, selon le Danois Dong Energy, premier exploitant de machines offshore.

➤ **Karsten Anker Petersen (DONG Energy),**
kanker@dongenergy.dk
Tél. : +45 99 55 95 52

➤ **Steelwind Nordenham GmbH,**
info@steelwind-nordenham.de
Tél. : +49 4731 363320

Moins de bruit au large

La plus importante nuisance des éoliennes marines provient des travaux de pose. À certains endroits le niveau de bruit peut atteindre 200 dB lorsque les marteaux hydrauliques enfoncent les tubes à 30 m dans le sol marin. Ce son est pour partie absorbé par des coussins ou grâce à des rideaux de bulles. Des spécialistes du forage imaginent une solution plus élégante. Il s'agirait de forer le

centre du tube pour laisser celui-ci glisser par gravité, puis d'y replacer les déblais. La nuisance sonore – même si l'enfoncement atteint 80 m – est ainsi nettement diminuée. La précision de pose éviterait même de mettre en œuvre des pièces de raccordement, aujourd'hui nécessaires, entre le mât de la turbine et son support sous-marin. Ce principe s'applique encore plus aisément à des systèmes en béton posés par gravité au fond de la mer – comme ceux que la Belgique utilise au large de l'Escaut. Un système conçu par l'Université technique de Berlin propose de placer des canalisations dans les parois mêmes du tube, ce qui a pour effet de faire descendre le support dans le sol par simple injection d'eau sous pression.

➤ **Dr. Stefan Woltering (Hochtief),**
stefan.woltering@hochtief.de
Tél. : +49 40 300321-5352

Du méthane liquide pour les transports

Pour faire rouler des véhicules au gaz naturel, le producteur de gaz industriels Linde défend l'utilisation du gaz naturel liquéfié (LNG) par opposition au gaz comprimé. Du point de vue de la sécurité, on évite le réservoir sous pression (souvent 300 bars) ; de plus la densité du carburant est triple de celle du gaz comprimé. La vitesse de remplissage du réservoir est proche de celle du diesel. Cependant, les températures cryogéniques imposent une isolation poussée sous vide. L'énergie de compression – qui représente une part importante du bilan du CNG – est évitée pour peu que du gaz liquéfié soit disponible à un terminal proche. Selon Linde, les expériences de carburation duale (LGG-GPL) en cours en Suède sont prometteuses. Les premiers résultats suggèrent que le LNG peut remplacer le diesel et le fioul marin et leur cortège de pollutions.

➤ **Dr Thomas Hagn (Linde),**
thomas.hagn@linde.com
Tél. : +49.89.357 57-1323

Des « pellets » d'hydrogène

Le stockage de l'hydrogène n'est pas sans danger. Les réservoirs actuels stockent le gaz à de très fortes pressions, pouvant atteindre 700 atmosphères. Cella, un laboratoire de Harwell près d'Oxford, affirme avoir trouvé la parade. Ses chercheurs préconisent l'utilisation de granulés riches en hydrogène, qui peuvent être injectés par une pompe dans le réservoir d'un véhicule. Le combustible est adsorbé dans un composé de bore. Selon le centre de recherche Fraunhofer, la stabilité des composés utilisés (hydrates de bore, borate d'ammonium...) devra encore être démontrée, notamment pour éviter d'empoisonner les piles à combustibles avec des impuretés. Cella travaille notamment à la propulsion hydrogène de drones pour la Défense américaine. Il affirme maîtriser, grâce à des microstructures, la capture puis le relâchement d'hydrogène pur à 120 °C dans ses granulés via une impulsion électrique. Le contenu en hydrogène de ses pellets est de l'ordre de 10 % en poids, ce qui est proche des performances des carburants actuels. À la station-service, les pellets usés sont remplacés par des unités fraîches apportées par camion-citerne. Le bore utilisé provient de ressources surtout concentrées en Turquie (70 % des réserves). Selon Cella, la stabilité du stockage et son caractère massif et bon marché permettent d'envisager d'en faire un stockage saisonnier à une échelle importante pour produire de l'électricité. Pour l'instant, Cella négocie afin d'adapter son système à l'automobile.

➤ **Cella Energy, info@cella.com**
Tél. : +44(0)1235 567 502

ENERGOGRAD

Energograd est une société spécialisée dans l'information sur l'énergie et le changement climatique.

Energograd - Volodia OPRITCHNIK
73, rue de Cléry - 75002 Paris
Tél. : 06 26 81 31 98 - volodia@lusineages.com
Retrouvez L'Usine à GES et ses services sur le net :

www.lusineages.com

ISSN 2114-7248

Rédacteur en chef :
Volodia OPRITCHNIK

Rédacteurs ayant participé à ce numéro :
Sophie D'ANHALT
Antoine BONDUELLE – E&E Consultants Carbone 4
Geneviève DE LACOUR
Valéry LARAMÉE DE TANNENBERG
Volodia OPRITCHNIK

Secrétariat de rédaction/révision :
Anne LOMBARD – t.pistoled@gmail.com

Maquette et mise en page :
Pascale MICHON – pascalemail@me.com