

# n° 83

DÉCEMBRE 2011 / JANVIER 2012  
Lettre gratuite et mensuelle.

2-3 **Entretien**  
Ken CALDEIRA

2 **Politique**  
La loi suisse se dégrade  
La Wallonie peut le faire  
Bruxelles veut accroître  
ses actions climatiques

2 **Économie**  
Le MDP donne à plein tube  
Le référentiel Danone

3 **Sciences**  
Faut-il s'inquiéter du méthane arctique ?  
Maersk précurseur de la marine à algue  
C'est quoi bien manger ?

4 **Initiatives**  
Gagnez des sous en réduisant  
vos émissions

5 **Actions locales**  
Californie-Québec : même combat

6-7 **Dossier**  
Durban lex, sed (presque) lex

8-9 **Le Carbone a la cote**  
L'Europe veut ranimer  
son marché du carbone

10 **Sciences & Technologies**

## 13,6 °C

C'est la température moyenne  
mesurée en France en 2011.

Soit 1,5 °C de plus que la normale.  
Dans l'Hexagone, l'année passée  
a été la plus chaude depuis le but  
du XX<sup>e</sup> siècle, estime Météo France.

# L'USINE À GES<sup>®</sup>

la lettre des professionnels du changement climatique

Édito



## Merci madame Kokott

Chez les juristes européens, c'est une star. Charmante, blonde, mère de six enfants, Juliane Kokott est professeur de droit à l'université de Saint-Galle et, accessoirement, avocate générale près la Cour européenne de Justice. C'est à ce dernier titre que la magistrate allemande a jugé, début octobre, que l'inclusion des compagnies aériennes extra-européennes dans le marché communautaire des quotas de GES ne violait aucune réglementation internationale.

Fort logiquement, la Cour européenne de Justice a validé, le 21 décembre, la révision de la directive quotas, intégrant l'aviation commerciale dans le système communautaire d'échange de quotas d'émission de GES. Ce jugement est d'importance.

Il oblige toutes les compagnies aériennes opérant en Europe à maîtriser leurs émissions de gaz à effet de serre, via l'échange de quotas. Air France-KLM, British Airways, Iberia devront y passer, au même titre qu'American Airlines, Air China ou Air India.

Fait sans précédent, une entité politique oblige des entreprises étrangères n'ayant pas de sites industriels sur son territoire à réduire leur empreinte carbone. N'en déplaisent aux politiciens américains et chinois, qui incitent leurs transporteurs nationaux à boycotter la loi européenne, l'arrêt C-366/10 est une bonne nouvelle à plus d'un titre.

Elle devrait faire jurisprudence et inciter l'Europe à aller plus loin encore. La prochaine étape est d'ailleurs connue. Voilà des années que Bruxelles bataille pour que le fret maritime paie son écot carbone. L'Organisation maritime mondiale – à qui le protocole de Kyoto a laissé le soin de régenter les émissions du secteur maritime – étant à l'ancre depuis quinze ans, seule l'Europe peut (et veut) imposer une contrainte carbone au fret maritime. Au grand dam des Chinois et des Indiens, importants affréteurs de porte-conteneurs. Mais ces derniers préfèrent peut-être laisser l'Europe taxer des bateaux battant pavillons panaméen, libérien ou antiguanais, plutôt que de voir leurs produits frappés par une taxe carbone aux frontières de l'UE.



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

[www.lusineages.com](http://www.lusineages.com)

## Géo-ingénierie « La probabilité de frictions géopolitiques voire de conflits militaires serait élevée »

Entretien avec Ken Caldeira, climatologue à l'Institut Carnegie et à l'université de Stanford aux États-Unis et co-auteur du 5<sup>e</sup> rapport du Giec sur les changements climatiques à long terme.

**Quel est l'objectif du rapport sur la géo-ingénierie remis récemment à Washington par 18 experts dont votre groupe de travail du Bipartisan Policy Center ?**

**Ken Caldeira :** Nous souhaitons promouvoir la mise en place de programmes de recherche fédéraux sur de nouvelles approches, pour réduire les risques climatiques. De nombreuses voies pour réduire la concentration en gaz à effet de serre (GES) n'ont pas encore été explorées.

**Qu'est ce que la géo-ingénierie ?**

**Ken Caldeira :** Cette approche vise à faire diminuer les risques climatiques associés aux GES émis dans l'atmosphère. Il existe deux catégories principales de projets : ceux qui consistent à éliminer le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) émis par l'homme dans l'atmosphère (« *carbon dioxide removal* ») et ceux, plus controversés, qui ambitionnent de contrebalancer le réchauffement dû aux GES par réflexion de la lumière du soleil vers l'espace (« *solar radiation management* »).

Au sein de la première catégorie, l'un des projets les plus bénins consisterait à planter des arbres, puisqu'ils absorbent naturellement le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. Il existe aussi des approches plus industrielles, comme l'injection, dans l'océan, de molécules chimiques ou de sédiments. Ces projets ont cependant un coût très élevé, des impacts environnementaux locaux, et soulèvent la question de la disponibilité des sols ou sont marqués par des difficultés logistiques, une mise en œuvre lente et un passage complexe à grande échelle. En 2009, 8,4 gigatonnes (Gt) de carbone a été émis par les carburants fossiles et 1 Gt par la déforestation. Donc, vouloir compenser à 100 % les émissions dues à l'utilisation des énergies fossiles par la reforestation est impossible. Les projets industriels de capture et stockage de carbone (CSC) semblent plus efficaces, mais leur coût reste élevé.

**Quid du projet, plus controversé, de pulvérisation d'aérosols dans l'atmosphère ?**

**Ken Caldeira :** Tout a commencé avec l'observation d'un phénomène naturel, l'éruption du volcan Pinatubo en 1991. Les poussières émises lors de l'éruption sont restées, durant une année entière, dans la stratosphère, ce qui a refroidi l'atmosphère de 0,5 °C (les aérosols réfléchissent les rayons solaires). Or, nos modèles ont montré que, si une quantité similaire d'aérosols était maintenue en permanence dans la stratosphère, cela permettrait de compenser le réchauffement de 3 °C attendu pour ce siècle (équivalent au doublement du taux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère). Une telle brumisation d'aérosols serait possible par un avion en vol continu autour de la Terre, pour un coût estimé à plusieurs milliards de dollars par an. Cette solution est donc faisable en théorie.

De impacts négatifs potentiels existent toutefois. Après l'éruption du Mont Pinatubo, les débits du système fluvial du Gange-Brahmapoutre et de l'Amazone, ont atteint des niveaux exceptionnellement bas, dus à la baisse de la pluviométrie liée au refroidissement artificiel de la Terre.

**Cela pourrait donc avoir des conséquences néfastes pour certains pays d'Amérique du Sud ou d'Asie ?**

**Ken Caldeira :** Pas nécessairement. Des simulations ont, en effet, montré que la productivité agricole tendrait plutôt à augmenter si des aérosols étaient injectés dans l'atmosphère, car la réduction du stress thermique sur les cultures surpasserait l'effet de la baisse des précipitations.

.../...

### Politique

#### La loi suisse se dégrade

C'est le 19 décembre que les députés suisses ont révisé la loi sur le climat. La Confédération devra bien réduire ses émissions de 20 % entre 1990 et 2020. Mais elle ne pourra compter, pour cela, sur la taxe sur les carburants : abrogée ! Réduit aussi le montant de la taxe qui doit frapper les industriels émettant plus de CO<sub>2</sub> que la limite fixée : 125 francs suisses la tonne, au lieu des 160 francs initialement prévus. Enfin, les entreprises soumises à quotas pourront remplir la moitié de leurs objectifs en achetant des crédits internationaux. Ça tombe bien, ils n'ont jamais été aussi abordables.

#### La Wallonie peut le faire

Une étude réalisée par Climact le montre : la Wallonie peut « *techniquement* » réduire de 80 à 95 % ses émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050. Parfait, puisque c'est là le principal objectif de la feuille de route européenne. À condition, toutefois, d'agir massivement sur les consommations d'énergie. Qu'on se le dise ! La séquestration géologique du carbone et les énergies renouvelables ne feront pas tout. Et ce qui est vrai en Wallonie l'est sans doute aussi ailleurs.

#### Bruxelles veut accroître ses actions climatiques

La Commission a proposé, mi-décembre, d'octroyer un budget de 3,2 milliards d'euros au programme Life pour l'environnement et l'action sur le climat, pour la période 2014-2020. Les actions « climatiques » porteraient sur la réduction des émissions, l'adaptation et la sensibilisation des populations. Le précédent budget Life (2007-2013) atteignait 2,1 milliards d'euros.

### Économie

#### Le MDP donne à plein tube

Rarement on aura vu autant d'unités de réduction certifiée des émissions (URCE) sur le marché. L'an passé, il s'est vendu 320 millions

.../...

Ce type de géo-ingénierie permettrait donc de compenser de façon substantielle, mais imparfaitement, le changement climatique. Nos modèles de simulation montrent que 90 % des changements de température et 70 % des modifications des précipitations liés au CO<sub>2</sub> pourraient être compensés.

### Les effets de la géo-ingénierie ne seront probablement pas uniformes sur la planète. Cela risque-t-il de provoquer des conflits géopolitiques ?

**Ken Caldeira :** Les effets varieront de région en région et il y aura certainement des divergences politiques sur la décision de détourner les rayons solaires, d'une part, et sur les quantités concernées, d'autre part. Cependant, personne n'aurait intérêt à générer des climats qui détruiraient de vastes zones de la planète. Le climat le plus propice pour la productivité économique mondiale est donc un climat bon pour tous.

### Pensez-vous qu'un tel projet de géo-ingénierie puisse un jour être déployé ?

**Ken Caldeira :** Seule une situation d'extrême urgence le justifierait, d'après moi, comme des famines massives. Il est, en effet, très difficile d'imaginer un consensus international sur un sujet aussi controversé, à moins que la situation ne soit vraiment grave. D'autant que, même si le système fonctionne comme prévu dans le modèle, des événements climatiques extrêmes, comme des vagues de chaleur ou des sécheresses, pourront toujours lui être attribués. Les victimes se retourneront contre les initiateurs du projet. La probabilité de générer des frictions géopolitiques, voire de conflits militaires, serait élevée. D'autre part, un risque associé à des effets non prévus par les modèles demeure.

### Quels résultats votre équipe va-t-elle présenter au congrès WRCP à Denver ?

**Ken Caldeira :** Nous avons évalué les conséquences d'une pulvérisation d'aérosols limitée aux régions polaires, où le changement climatique se déclare plus précocement, avec l'espoir de ne pas interférer avec le climat global. Or, nos résultats indiquent qu'il n'est pas possible de confiner l'impact d'un projet de géo-ingénierie sur les pôles : des effets seraient détectables sur la quasi-totalité de l'atmosphère terrestre.

### Comment la géo-ingénierie sera-t-elle abordée dans le 5<sup>e</sup> rapport du GIEC attendu pour 2013 ?

**Ken Caldeira :** L'idée de consacrer un chapitre exclusif à la géo-ingénierie a été récemment abandonnée au profit de l'inclusion du sujet dans plusieurs chapitres, notamment celui qui est consacré aux aérosols. Le rapport devrait résumer l'état des connaissances en évitant tout jugement de valeur.

### Quelles inconnues demeurent précisément ?

**Ken Caldeira :** Il est facile de calculer les changements de températures dus au CO<sub>2</sub> ou aux aérosols, mais beaucoup plus difficile de prédire leurs effets sur l'hydrologie ou sur les écosystèmes. Les interactions de tous ces paramètres (océans, cycle de l'eau, chimie de l'atmosphère) dans un système complexe ne sont pas bien connues. Reste, enfin, le problème fondamental des modèles climatiques qui, bien qu'élaborés, restent plus simples que le monde réel et ne peuvent donc pas tout prévoir. Pour y revenir, les effets sur les écosystèmes ne sont, par exemple, pas inclus dans nos modèles. Après l'éruption du Pinatubo, environ 2 % de la lumière du soleil a été réfléchi vers l'espace et 20 % était diffuse. Plus de lumière a, de ce fait, pénétré les couches basses des forêts qui ont poussé plus vigoureusement cette année-là.

### Que pensez-vous du récent report d'un test de géo-ingénierie au Royaume-Uni ?

**Ken Caldeira :** Il s'agissait uniquement d'un test consistant à vérifier la faisabilité de l'installation d'un brumisateur d'eau dans l'atmosphère, en vue de la remplacer un jour par un composé chimique. D'un côté, j'estime qu'une telle expérience bénigne devrait être autorisée. D'un autre, je pense que ce projet est imprudent, car il risque d'exacerber la défiance du public envers les scientifiques, les politiques et les entreprises. La crainte de l'absence d'un réel contrôle démocratique pour la réalisation des essais de géo-ingénierie est une préoccupation légitime.

### Comment imaginez-vous le financement et la gouvernance d'un tel système ?

**Ken Caldeira :** Pour les méthodes de réflexion solaire, les coûts sont si faibles que le financement n'est pas un problème. N'importe quel grand gouvernement pourrait en supporter le coût sans impact sérieux sur le budget. Je ne suis pas un expert de la gouvernance. Je pense que la potentialité d'un conflit politique ou militaire devrait prévenir un déploiement incontrôlé.

de ces crédits carbone générés par le projet de mécanisme de développement propre, contre 132 millions, en 2010. En cause : suivant l'exemple de la Nouvelle-Zélande, l'UE interdit, à partir de mai 2013, d'utiliser en Europe, les URCE produits par les opérations d'incinération de HFC 23 et de N<sub>2</sub>O. Avant la chute du couperet, les traders s'en donnent donc à cœur joie. Conséquence : en un an, le prix de ces crédits a perdu plus de 60 % de sa valeur. Une bien bonne affaire !

### Le référentiel Danone

Le groupe agroalimentaire s'est associé à l'éditeur de solutions informatiques SAP pour calculer l'empreinte carbone de 35 000 produits. Ce système recense automatiquement 80 % des émissions générées lors de la fabrication d'un produit. Ce qui aidera Danone à réduire de 30 % son intensité carbone entre 2000 et 2010. Petit bémol : le référentiel ne prend pas en compte la production du lait, à l'origine de 45 % des émissions du groupe. Les efforts de réduction d'émissions porteront donc sur les rejets des unités de fabrication, du transport et ceux qui sont imputables à l'emballage des produits.

### Sciences

#### Faut-il s'inquiéter du méthane arctique ?

Sous l'effet du réchauffement, le pergélisol relâche de plus en plus de carbone, sous forme de CO<sub>2</sub> ou de CH<sub>4</sub>. De quoi inquiéter les spécialistes du permafrost qui estiment que les tonnages de carbone contenus dans les terres perpétuellement gelées sont plus importantes qu'imaginé jusqu'alors. Début décembre, les experts du Permafrost Carbon Network (PCN), ont publié une nouvelle évaluation du risque « carbone » engendré par la fonte du sol gelé. Selon ces 41 chercheurs, l'hémisphère nord séquestre 1 700 milliards de tonnes de carbone organique : trois fois plus qu'estimé jusqu'à présent. En reprenant ce chiffre, les climatologues ont modélisé les flux de carbone imputables au dégel. Dans le scénario le plus « chaud » (hausse de 2,5 °C de la température moyenne locale entre la période actuelle et 2040 et de 7,5 °C à la fin du siècle), 9 à 15 % du carbone des trois premiers mètres de terrain serait relâché vers 2040 et une bonne moitié vers la fin du siècle. Des résultats qui ne convainquent pas tous les climatologues. Sur le blog *Realclimate*, David Archer (université de Chicago) rappelle que la durée de vie du méthane est relativement courte et qu'une « éruption » brutale de CH<sub>4</sub> aurait sans doute peu d'effet à long terme sur le réchauffement.

# Gagnez des sous en réduisant vos émissions

## Deux entrepreneurs veulent battre une monnaie carbone pour aider citoyens, distributeurs et entreprises à s'investir dans la lutte contre le changement climatique.

Prenez un entrepreneur spécialiste des biotechnologies qui s'inquiète franchement des conséquences de l'évolution du climat. Mettez-le en relation avec un ancien responsable des avant-projets d'un grand constructeur automobile en quête d'une « *aventure technologique utile* ». Laissez mijoter. Et vous obtenez la société 450. 450, comme 450 ppm de CO<sub>2</sub>, la teneur limite de gaz carbonique fixée par le Giec pour limiter le réchauffement à 2 °C.

### Faire participer le citoyen

Basée à Plougonvelin (Finistère), la *start up* bretonne a un *credo* : faire activement participer le citoyen à la lutte contre le changement climatique. Et ce, autrement qu'en signant des pétitions, en compensant ses émissions ou en achetant le chocolat d'une marque qui plantera des arbres. Non, cette fois, c'est du concret, mais ça commence sur le Web.

Directement sur le site de 450, sur sa page *Facebook*, voire sur son compte *Twitter* (même les réseaux sociaux sont mis à contribution !), l'internaute climatophile crée un compte épargne CO<sub>2</sub>. Ainsi enregistré, il évalue en trois minutes, grâce à un questionnaire simple et ludique, ses propres émissions de gaz à effet de serre. Du déjà vu me direz-vous ? Oui, mais pas tout à fait. Car, le robot d'évaluation fait ses calculs non pas au « doigt mouillé » mais selon la méthodologie des mécanismes du protocole de Kyoto, que la France a mis en place sur son territoire (« projets domestiques ») et qui a été validée par le certificateur international SQS. Du sérieux, donc.

### Une méthodologie onusienne

Cette première étape franchie, le site propose ensuite au chasseur de GES toute une série d'actions « *carbonophages* », de la plus simple à la plus audacieuse : du classique covoiturage, à la programmation de la consigne de température de chauffage, en passant par des travaux d'isolation de la maison ou des voyages en train (plutôt qu'en avion).

Vérifiée par les experts de 450 (qui épluchent les justificatifs des bonnes pratiques), chaque bonne action est récompensée. « *Le compte des épargnants carbone est crédité de crédits carbone correspondant aux émissions de GES que l'utilisateur a évité d'émettre* », explique Jean-Luc Baradat, président de 450.

### La monnaie carbone

L'originalité du système bâti par Jean-Luc Baradat et Bertrand Rochette est de permettre aux usagers d'utiliser leurs crédits carbone comme une véritable monnaie. Car, à la bataille du climat, 450 ne part pas seule. La PME bretonne s'est liée à de nombreuses entreprises qui acceptent, comme paiement de produits et services « bas carbone », les crédits « 450 ». Ces derniers pouvant être, par la suite, convertis en quotas d'émissions européens. Mais le consumérisme n'est pas tout. « *L'internaute peut aussi donner ses crédits à d'autres détenteurs de compte, y compris des associations* », explique Bertrand Rochette.

Autre originalité du système : le compte épargne CO<sub>2</sub> peut être alimenté par l'employeur de son détenteur. « *Une entreprise souhaitant inciter ses collaborateurs à réduire leur empreinte carbone peut les motiver en abondant leur compte* », souligne Jean-Luc Baradat.

✉ [jean-luc.baradat@450CO2.com](mailto:jean-luc.baradat@450CO2.com)

✉ [bertrand.rochette@450CO2.com](mailto:bertrand.rochette@450CO2.com)

✉ [beta.450CO2.com](http://beta.450CO2.com)

## Maersk précurseur de la marine à algue

La première compagnie maritime du monde teste le combustible qui permettra, peut-être, à la marine marchande d'échapper à une taxe carbone sur le fret maritime. Un mois durant, l'un des moteurs auxiliaires du porte-conteneurs **Maersk Kalmar** va consommer toute une série de mélanges (de 7 % à 100 %) de fioul et de carburants produits à partir d'algues. Le tout sous la surveillance d'experts de Maersk et de l'US Navy. La marine américaine finance l'expérimentation et a fourni le biocombustible.

### C'est quoi bien manger ?

Jusqu'à présent, les choses étaient simples. Pour concilier climat et art de la table, il suffisait de réduire sa consommation de viande rouge (Lire *L'Usine à GES* n° 59). De récents travaux menés par des chercheurs de l'Inra et du Cirad montrent que cette approche est pour le moins simpliste. À partir de l'enquête nationale sur les consommations alimentaires des Français (INCA2), les experts ont observé que, plus les quantités d'aliments ingérées par un individu sont importantes, plus l'empreinte carbone est élevée. Parce qu'ils mangent plus de viande rouge et de charcuterie, l'impact climatique de l'alimentation des hommes (4 725 éqCO<sub>2</sub>/j) est supérieur à celui des femmes (3658 éqCO<sub>2</sub>/j). En revanche, les experts ont noté une faible relation entre la qualité nutritionnelle de l'alimentation et son impact carbone. Pour réduire les émissions de GES, mieux vaut donc moins manger que changer de menu. Ces premiers résultats, qui vont à l'encontre de bien des idées reçues, devront encore être confirmés par des recherches approfondies, estiment toutefois les chercheurs.

### Quand EDF soutient Allègre

Dans sa communication, l'électricien prétend participer à la lutte contre le changement climatique. Dans les faits, c'est autre chose. EDF soutient, en effet, la fondation créée par Claude Allègre. Cette proximité avec le plus célèbre des négationnistes du climat crée des remous. Jean Jouzel, vice-président du Giec, a démissionné du conseil de l'environnement d'EDF qu'il présidait. Dans la foulée, Dominique Bourg, philosophe et spécialiste de l'éthique du développement durable, vient de quitter le comité sociétal de l'électricien pour les mêmes raisons que le climatologue.

Californie

Quebec

## Californie-Québec : même combat

### La Californie et le Québec créent le premier marché nord-américain du carbone. Début d'une *success story* ?

Aussi incroyable que cela paraisse, les deux pays industrialisés à avoir le plus torpillé le protocole de Kyoto adoptent l'un de ses principaux outils. Les États-Unis et le Canada ont lancé, le 1<sup>er</sup> janvier, le premier marché de quotas d'émissions de gaz à effet de serre nord-américain. Enfin, ça c'est pour l'affichage. La réalité est plus complexe et nous ramène quelques années en arrière.

#### La poigne de Schwarzie

En 2008, sous la férule du gouverneur de Californie, Arnold Schwarzenegger, sept États américains et quatre provinces canadiennes créent un dispositif anti-carbone. Son objectif : réduire de 15 % les émissions de GES des onze partenaires entre 2005 et 2020. Pour y parvenir, cette *Western Climate Initiative* (WCI) prévoit, notamment, l'ouverture d'un marché de quotas d'émissions, auquel serait assujéti tout émetteur de plus de 25 000 tonnes de CO<sub>2</sub> par an. Hélas, la crise économique et la montée du Tea Party aidant, les velléités anti-carbone se sont faites plus rares. Et, le 18 novembre dernier, l'Arizona, le Montana, New Mexico, l'Oregon, l'Utah et l'État de Washington quittent la WCI. Toujours membre, la Colombie britannique préfère attendre les effets de sa fiscalité climatique (lire *L'Usine à GES* n° 79). Ne restent que la Californie et les provinces canadiennes du Québec, du Manitoba et de l'Ontario.

Le plus riche des États américains et la plus francophone des provinces canadiennes se sont, les premiers, jetés à l'eau. Le système a donc officiellement démarré. Dans les faits, les choses vont doucement. Les entreprises émettrices de CO<sub>2</sub> doivent s'inscrire au système (elles sont 75 au Québec !) et participer à des enchères pilotes pendant que les États

et provinces légifèrent pour harmoniser leur dispositif local. Les juristes californiens et québécois sont sur le pied de guerre. Ils devraient être rejoints par leurs confrères du Manitoba et de l'Ontario, et peut-être de Colombie britannique. Objectif : que le système soit opérationnel le 1<sup>er</sup> janvier 2013.

#### Un système qui crée de l'emploi

Très décrié par la droite et l'extrême-droite américaines, l'échange de quotas d'émissions donne pourtant de bons résultats. Initialement créé – par l'administration Reagan ! – pour faire diminuer les émissions d'oxydes de soufre et d'oxydes d'azote, il a permis de réduire sensiblement les rejets industriels de ces précurseurs de pluies acides. Sans faire exploser le montant des factures d'électricité.

« Certes », répliquent les sceptiques, « mais ce fruit du Clean Air Act de 1990 ne porte pas sur des gaz à effet de serre. » Effectivement. Toutefois, même en territoire américain, le marché de quotas de CO<sub>2</sub> donne des résultats probants. Une récente étude du consultant Analysis Group montre qu'entre 2009 et 2011 les énergéticiens assujétiés à la RGGI (marché de quotas réunissant dix États du nord-est des USA) ont consacré 912 millions de dollars à l'achat de permis d'émission. Collectée par les États, cette manne leur a permis d'investir, au total, 1,6 milliard de dollars dans des actions de maîtrise de la consommation d'électricité et de promotion des énergies renouvelables. Ce faisant, la RGGI a également généré la création de 16 000 emplois nets. Pas si mal pour un système qui, dans la bouche de la plupart des candidats républicains, « tue les emplois », « kills the jobs ».



# Durban lex, sed (presque) lex

N'en déplaise aux grincheux et aux impatientes, le sommet climatique de Durban s'est achevé sur un succès relatif. Les négociateurs ont désormais un calendrier de négociation. Et un but : que l'Humanité réduise ses émissions de GES.

Sera-ce suffisant pour maîtriser les changements climatiques ? C'est une autre histoire...

Faut-il comparer les négociations climatiques à la guerre ? Certains, comme l'ancien ambassadeur de France aux questions climatiques, Brice Lalonde (lire *L'Usine à GES* n° 48), n'hésitent pas à faire le rapprochement.

À mesure que la fin des négociations de paix approche, les combats redoublent d'intensité. Chaque belligérant voulant aborder en position de force la dernière ligne droite des tractations. C'est un peu pareil pour la diplomatie climatique. Car, de quoi a-t-on fondamentalement parlé à Durban, sinon d'un possible accord qui contraindrait nations industrialisées (c'est déjà fait depuis 1997) et pays en développement (ça c'est vraiment nouveau) à maîtriser leurs émissions de gaz à effet de serre ?

## Development first

Or, bon nombre de pays émergents, telles la Chine ou l'Inde, entendent se développer au maximum avant de devoir stabiliser, puis alléger leur empreinte carbone. D'où les psychodrames survenus à la fin de la dernière quinzaine de négociations : Jayanthi Natarajan, la ministre indienne de l'Environnement, qui estime que les pays riches veulent « prendre en otage les plus pauvres » ou Claudia Salerno, la représentante du Venezuela, qui, après être montée sur une chaise pour faire entendre la voix des exclus, vitupère contre ce « très, très mauvais accord ».

Désastreuse pour nombre d'écologistes, pas en avant pour beaucoup de négociateurs, la 17<sup>e</sup> Conférence des parties (COP 17) à la Convention de l'ONU sur les changements climatiques est la suite logique des deux dernières COP, celles de Copenhague (lire *L'Usine à GES* n° 62) et de Cancún (lire *L'Usine à GES* n° 73). Dans la mémoire collective, la grand-messe de Copenhague s'est achevée sur un désastre : pas de réel accord, alors que des dizaines de chefs d'État et de gouvernement avaient bravé la neige. Et que la presse et les ONG avaient annoncé, des mois à l'avance, la signature probable d'une sorte de Kyoto 2. Ça n'a pas été le cas. L'accord de Copenhague stipule peu de choses. Mais elles sont essentielles :

- limitation du réchauffement climatique à 2 °C par rapport à l'ère pré-industrielle,
- tous les pays ayant ratifié la Convention de l'ONU doivent soumettre des engagements de réduction d'émissions de GES (lire *L'Usine à GES* n° 64),
- création du système de rémunération, par des crédits carbone, des politiques de maîtrise de la déforestation (Redd+),
- versement, par les pays industrialisés, de 30 milliards de dollars d'ici à 2012, pour aider les nations les moins favorisées,
- mobilisation de 100 milliards de dollars par an, à partir de 2020, par les pays industrialisés pour abonder un fonds vert destiné à financer les actions de réduction d'émissions et d'adaptation des pays en développement.

## Pas si mal pour un échec !

Un an plus tard, le sommet de Cancún conforte ces décisions. Le *Climate Green Fund* (Fonds vert pour le climat - ndlr) est doté d'une administration. Un comité de l'adaptation est chargé d'aider les pays les moins avancés (PMA) à élaborer leurs politiques nationales d'adaptation et un comité exécutif de la technologie doit faciliter les transferts de techniques et de technologies des pays du Nord vers ceux du Sud.

## Diminution substantielle

En se référant au plan d'action de Bali, adopté en 2007 (lire *L'Usine à GES* n° 39), la COP 16 (Cancún) rappelle aussi que la stabilisation du réchauffement implique l'effort de tous. Pour mémoire, le plan d'action de Bali préconise une réduction de 25 à 40 % des émissions des pays de l'annexe 1 d'ici à 2020 et une « diminution substantielle » des rejets carbonés des pays d'Amérique latine, d'Asie centrale et orientale et du Moyen-Orient. Pour 2050, c'est encore pire : - 80 à - 90 % pour les pays de l'OCDE et toujours une « diminution substantielle » des rejets de GES dans toutes les autres régions du monde, cette fois.

L'accord conclu à Durban, dans la matinée du 11 décembre, poursuit cette trajectoire. Globalement, les délégués des 194 pays parties à la Convention de 1992 ont repris à leur compte le projet de feuille de route imaginé par les services de la commissaire européenne à l'action climatique, Connie Hedegaard.

### Kyoto en sursis

Bafoué et renié par certains de ses signataires (Russie, Japon, Canada, États-Unis), le protocole de Kyoto se voit accorder un petit sursis. Alors que sa première période d'engagement s'achève le 31 décembre 2012, le texte signé en 1997 est prorogé. Plus exactement, Durban lui accorde une seconde période d'engagement. Les mécanismes de flexibilité (mécanisme de développement propre, mise en œuvre conjointe, échanges de quotas nationaux et, plus indirectement, le marché européen de quotas) pourront encore être utilisés jusqu'à 2018. Le temps, en tout cas, que soit élaboré le texte qui doit succéder à Kyoto.

Même si sa forme juridique finale n'est pas encore arrêtée, ce véhicule aura « force légale » (ce qui ne signifie pas qu'il sera contraignant), devra impliquer les 194 pays ayant ratifié la Convention sur les changements climatiques de 1992 et être signé d'ici à 2015. Son entrée en vigueur n'est toutefois pas prévue avant 2020. Mais, dès 2014, les pays émergents et en développement, à l'exception des plus pauvres et des membres de l'Alliance des petits États insulaires (Aosis – *Alliance of Small Island States*) devront envoyer à l'ONU leurs inventaires d'émissions.

### C'est juridique, donc c'est costaud

Une opération à renouveler tous les deux ans. Ils devront aussi faire un point régulier, technique et financier, sur leur politique climatique nationale. Si certains diplomates s'avouent déçus de n'avoir pas décroché d'accord « contraignant », d'autres se satisfont du résultat. « *C'est juridique, donc c'est contraignant, donc c'est très costaud* », estime Luiz Alberto Figueiredo, directeur de l'Environnement au ministère des Affaires étrangères brésilien.

Que pourrait-il contenir ? Dans l'idéal, une synthèse des politiques climatiques des pays signataires. Des politiques nationales qu'il conviendra de renforcer. Les délégués de Durban ont insisté sur le fait que le texte de 2015 devra « *élever le niveau d'ambition* » de la réduction des émissions de GES. Et c'est tant mieux !

### Haro sur l'agriculture ?

Car, comme l'ont rappelé les analystes du *Climate Action Tracker*, les plans de lutte contre le changement climatique actuels limiteront à 3,5 °C le réchauffement d'ici à la fin du siècle. Soit 1,5 °C de plus que l'objectif fixé à Copenhague. Un nouveau tour de vis carbonique est donc nécessaire. À la demande des très actifs représentants de l'Aosis et de l'Union européenne, les négociateurs ont accepté de créer un groupe de travail chargé de lister les actions à mettre en œuvre collectivement pour réduire cet inquiétant écart du 1,5 °C.

Au premier rang de ces actions figureront, sans doute, de nouvelles pratiques agricoles. « *À l'origine de 30 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, l'agriculture représente un potentiel considérable de réduction des émissions. C'est aussi le premier secteur touché par le défi du réchauffement climatique. L'accord de Durban ouvre la voie d'un programme de travail pour réduire les émissions et favoriser l'adaptation à l'évolution du climat afin de garantir la*

*sécurité alimentaire* », souligne la ministre française de l'Écologie, Nathalie Kosciusko-Morizet.

La « plate-forme de Durban » lève aussi la plupart des écrous qui empêchaient le fonctionnement du *Green Climate Fund*. Avec l'aide du Fonds mondial pour l'environnement et du secrétariat de la Convention climat, son *board* devrait être constitué avant l'été prochain. Ses règles de fonctionnement ayant été adoptées, il ne reste plus qu'à régler un dernier détail : comment les pays les plus riches feront-ils pour l'abonder en période de crise économique ? Mi-décembre, l'Inde et la Chine ont torpillé l'idée de taxer le transport maritime international. Il faudra donc trouver autre chose. Une taxe sur le kérosène aérien ?

### UE, Aosis, USA vainqueurs

Quels sont les gagnants de cette quinzaine sud-africaine ? Incontestablement, l'Union européenne sort grandie de la COP 17. La détermination de la commissaire Connie Hedegaard a permis de faire accepter la feuille de route. Les 27 avaient, il est vrai, fait savoir que c'était pour eux une condition *sine qua non* à la poursuite de leur participation au jeu onusien. Minuscules confettis perdus dans l'océan, les États de l'Aosis ont fait durcir certains points de l'accord de Durban, ce qui n'allait de soi. Paradoxalement, les États-Unis sont, pour une fois, dans le camp des vainqueurs.

En annonçant que Washington soutenait officiellement la feuille de route européenne, le négociateur US, Todd Stern, a fait d'une pierre deux coups. Il a donné plus de poids à la position communautaire. Il a aussi mis au pied du mur l'Inde et la Chine, qui désormais apparaissent, pour la communauté internationale, comme les deux empêcheurs de décarboniser en paix. Ce coup de billard à trois bandes devrait d'ailleurs profiter à l'administration Obama. Depuis 1997, le Congrès américain refuse de ratifier tout accord international de réduction d'émissions qui ne contraigne pas tous les pays grands émetteurs de GES – industrialisés, émergents et en développement – à diminuer leurs rejets. Tel qu'il a été esquissé à Durban, l'accord de 2015 intègre les *desiderata* du Capitole. Ce qui ne devrait pas faciliter le travail des *congressemen* climato-sceptiques.

### Moins 50 %

« *Et la planète ?* », me direz-vous ? Dans le meilleur des cas, le rythme de maîtrise des émissions est plus lent que celui requis par les climatologues et les économistes du climat pour stabiliser le réchauffement à 2 °C d'ici à 2100. Tous ou presque sont d'accord pour fixer à 2015 l'année limite à partir de laquelle les émissions anthropiques devront commencer à baisser durablement. Sauf crise économique persistante, ce ne se sera sans doute pas le cas. Mais pouvait-il réellement être autrement ?

L'objectif des 2 °C n'est atteignable qu'en réduisant de moitié, au moins, les émissions mondiales de CO<sub>2</sub>, de méthane, de protoxyde d'azote et de gaz à effet de serre de synthèse (PFC, SF<sub>6</sub>, HFC, etc.). Cela suppose *a minima* que les 194 pays signataires de la Convention changent leur façon de produire, de consommer, de transporter marchandises et passagers. Partout, l'urbanisme devra évoluer. Partout, le pétrole et le charbon devront laisser la place à des énergies peu ou pas carbonées. Cela ne s'invente pas en un jour. Les 27 pays membres de l'Union européenne suent sang et eau, depuis plus de deux ans, pour préserver leur union économique. Il faudra sans doute un peu plus de temps encore pour que la communauté internationale révolutionne son mode de vie.



## L'Europe veut ranimer son marché du carbone

**Pour remédier à l'effondrement des prix, qui remet en cause l'efficacité du mécanisme, l'Europe devrait retirer des quotas du marché.**

C'est le plus bel ouvrage du protocole de Kyoto, celui que le monde entier nous envie et tente de copier parfois à l'identique, comme en Australie, en Californie, voire en Chine. Pourtant, le marché européen du carbone attaque 2012 avec le moral en berne, au sortir d'une sinistre année. Les cours du quota de CO<sub>2</sub>, ces permis d'émettre des gaz à effet de serre que s'échangent 12 000 sites industriels en Europe, ont lourdement chuté, passant de 14 à 8 euros. Il faut dire qu'il y en a... trop. C'est l'avis d'un groupe d'industriels, qui a alerté par lettre, mi-décembre, le président de la Commission européenne, José Manuel Barroso. « *Le système ne fonctionne plus comme il devrait fonctionner; nous sommes au sein d'une crise financière et le marché du CO<sub>2</sub> évolue comme si de rien n'était* », regrettent les industriels regroupés dans le groupe EUCLG (*EU Corporate Leaders Group on Climate Change*).

### Cris d'orfraie de l'industrie

Frappés par la crise économique, les industries ont moins produit, et donc peu émis de gaz carbonique. À 8 euros par tonne, le quota ne représente plus une vraie contrainte, tout au plus un léger désagrément qui ne les incite pas, en tout cas, à investir dans des procédés industriels allégés en carbone.

« *La chute des prix est exactement l'inverse de l'objectif de la Commission européenne qui gère ce marché. C'est donc qu'il a été mal géré* », souffle une source à Bruxelles. Entièrement créé par le régulateur, le marché du CO<sub>2</sub> n'est pas si facile à piloter. La Commission avance à tâtons, au cœur de la tempête. Car le moindre changement de cap suscite des tollés parmi les « assujettis », les sociétés obligées de réguler leurs émissions. Lesquelles sont promptes à critiquer le manque de visibilité provoqué par l'évolution de la contrainte carbone. Ce qui a

.../...

### Prix moyen du carbone (au 10 janvier 2012)

Tableau des prix	Prix moyen mensuel
<b>QUOTAS EUROPÉENS BlueNext</b> Marché spot	<b>6,50 euros</b>
<b>QUOTAS EUROPÉENS ICE</b>	
Livraison déc 2012	<b>6,60 euros</b>
Livraison déc 2013	<b>7,17 euros</b>
Livraison déc 2014	<b>7,70 euros</b>
<b>RGGI</b>	<b>1,89 dollars</b>

### L'Europe en mal de transparence

La Banque européenne d'investissement (BEI) s'est vu confier, début décembre 2011, la première tranche de quotas de CO<sub>2</sub> utilisables à partir de 2013, pour la phase III du mécanisme européen de quotas. Soit 200 millions de tonnes de quotas, qu'elle aurait déjà commencé à vendre. Dans la plus grande opacité, estiment plusieurs spécialistes du marché du carbone. Pour Standard Bank, la BEI devrait prévenir les intervenants du marché, à l'exemple des États-Unis lorsqu'ils mettent sur le marché une part de leurs réserves stratégiques de pétrole, comme en juin dernier. La BEI aurait commencé à vendre des quotas hors marché en décembre et ne prévoyait pas de communiquer sur le sujet avant le 11 janvier.

### Premier jugement en Europe pour les fraudeurs du carbone

La justice allemande a rendu, le 21 décembre 2011, le premier jugement à l'issue d'un procès concernant six personnes, accusées d'avoir détourné près de 250 millions d'euros des caisses de l'État allemand. Les prévenus ont écopé de peines allant de 3 à 7 ans de prison. Le retraité français impliqué, qui était écroué à Francfort depuis mars dernier, a néanmoins été libéré. Il s'agissait d'un homme de paille, qui agissait sur ordre d'un escroc en fuite.

été le cas, en décembre, après l'adoption, par le comité Environnement du Parlement européen, d'un projet visant à retirer 1,4 milliard de quotas de l'allocation globale, à partir de 2013.

**La manne des États**

Le projet du comité reste pour l'heure critiqué et très débattu dans les milieux industriels, qui verraient d'un mauvais œil le prix du CO<sub>2</sub> remonter. L'adoption de cette proposition du Par-

lement a déjà fait rebondir le prix des quotas de plus de 20 % et pourrait le faire sérieusement progresser si elle était adoptée. Malgré les cris d'orfraie de l'industrie, la proposition pourrait faire du chemin en 2012. D'une part, parce que le Danemark, qui soutient l'hypothèse, prend la tête de la présidence tournante de l'Union européenne. D'autre part, parce que le carbone doit devenir, à partir de 2013, un moyen de renflouer les caisses des États européens. D'ici

à l'année prochaine, les quotas ne seront plus donnés mais vendus aux industriels. Si un prix plancher était fixé autour de 17 euros, comme le suggère CDC Climat, les ressources des États pourraient doubler. La vente des quotas de CO<sub>2</sub> aux industriels à partir de 2013 devrait permettre à chaque État de récupérer plusieurs milliards d'euros, voire plusieurs dizaines de milliards d'euros pour ceux qui émettent le plus de carbone, comme l'Allemagne ou la Pologne.

**Ce qu'en pense ORBEO**

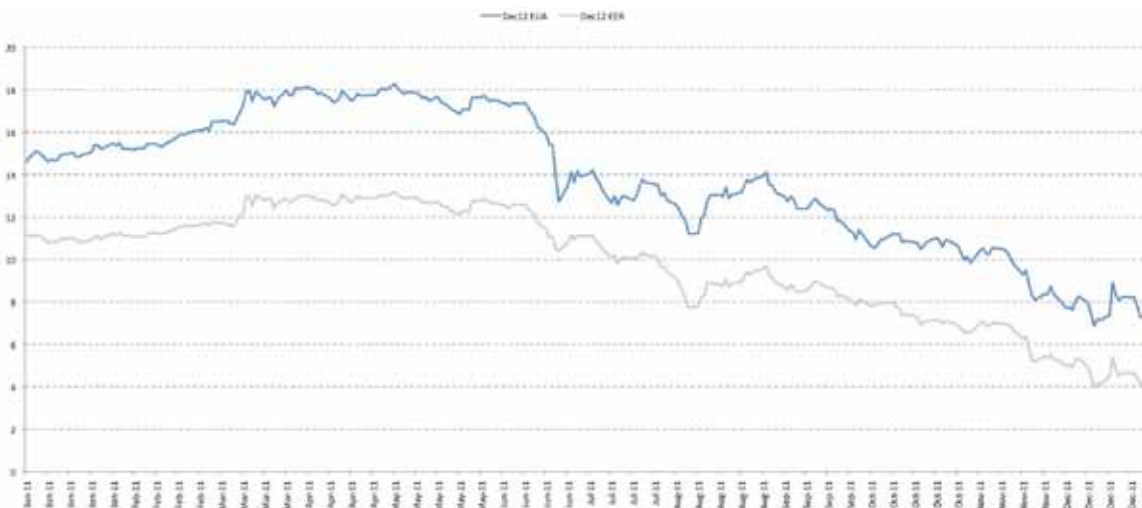


Les prix du CO<sub>2</sub> ont continué leur glissade durant le mois de décembre, le contrat EUA Dec12 (désormais la référence de marché) fermant au-dessous de 7 €/t au milieu du mois. Une remontée rapide (jusqu'à près de 9 €) a eu lieu le 20 décembre, due au vote par un comité du Parlement européen d'une possible « mise de côté » ou même suppression pure et simple

d'un volume important de quotas (1,4 milliard) en Phase III, pour tenir compte de l'impact sur le marché de la future directive européenne sur l'efficacité énergétique. Le chemin législatif de cette proposition demeure cependant ardu, d'ici un vote en

assemblée plénière courant 2012. Une fois l'annonce absorbée, les opérateurs de marché ont rapidement soldé leurs positions acheteuses, le prix s'érodant à nouveau vers les 7 € en fin d'année. Le prix des crédits CER a connu la même évolution et s'est arrêté près du niveau des 4 €/t désormais. Au total, les prix du CO<sub>2</sub> auront été divisés par deux en 2011, déprimés par les incertitudes portant sur la zone euro, ainsi que par la détérioration des perspectives économiques de l'ensemble européen. Les avis restent partagés sur l'évolution des cours pour l'année à venir. Une partie des analystes (dont nous sommes) estime que les besoins des électriciens, dont la plupart doivent dès 2013 acheter l'intégralité de leurs quotas aux enchères, vont permettre de faire remonter le prix, aujourd'hui très déprécié. D'autres pensent que l'excédent durable de quotas et crédits sur le marché va conduire les prix à stagner, voire à s'enfoncer encore.

Évolution du prix du quota européen en 2011



Source : Orbeo

## Énergie

### Du lithium... dans les eaux thermales

Pour diversifier les ressources en lithium, une entreprise californienne récupère le matériau dans les eaux salées puisées par une centrale géothermique de 50 MW. Grâce à un procédé exclusif, Simbol Material sépare de l'eau chaude lithium, zinc et manganèse, avant de réinjecter l'eau dans le puits de retour. Une unité de 500 tonnes ultrapures annuelles fonctionne à Salton Sea (Imperial Valley). Elle sera suivie d'une unité de 16 000 tonnes de carbonates produits en valorisant le CO<sub>2</sub> de l'usine. Outre la diversification d'approvisionnement – le Chili et l'Australie dominent actuellement le marché du lithium – l'entreprise pousse l'argument écologique d'un produit recyclé, sans les inconvénients des technologies minières ou l'évaporation en plein air. Selon Simbol, le coût de production de ce lithium « aquatique » serait nettement compétitif.

➤ **Paul Gutwald, Simbol Materials, [pgutwald@simbolinc.com](mailto:pgutwald@simbolinc.com)**  
Tél. : +1 925-226-7433

### Matériau stockeur d'hydrogène

Le défi de l'hydrogène embarqué vient de la difficulté d'assurer son stockage. L'université de Louvain-la-Neuve (UCL) teste actuellement une nouvelle classe de matériau pour emporter ce gaz léger dans un véhicule. À la base, un matériau à la fois dense mais poreux : le tétrahydroborate de magnésium. Ces sortes d'éponges peuvent contenir 18 % en masse d'hydrogène et peuvent les restituer à des températures et des pressions accessibles pour un procédé embarqué. Ce travail est réalisé en collaboration avec des chercheurs de Aarhus et de Genève, ainsi qu'avec l'équipe helvético-norvégienne du synchrotron de Grenoble.

➤ **Filinchuk Y., Richter B., Jensen T., Dmitriev V., Chernyshov D., Hagemann H., "Porous and Dense Magnesium Borohydride Frameworks: Synthesis, Stability, and Reversible Absorption of Guest Species", *Angewandte Chemie International Edition, Volume 50, Issue 47, pages 11162–11166, November 18, 2011***

➤ **Yaroslav Filinchuk ICMN-UCL (Institute of Condensed Matter and Nanosciences), [yaroslav.filinchuk@uclouvain.be](mailto:yaroslav.filinchuk@uclouvain.be)**  
Tél. : +32 10472813

### Une tablette high tech vraiment low cost

30 euros, 3 watts : la tablette Aakash (« ciel » en hindi) est en cours d'essais en Inde. Ce concurrent solaire de l'iPad est produit par et pour des Indiens (à 1 700 roupies, soit 25 euros). L'écran fait 7 pouces et la machine possède une caméra, une application de traitement de texte et un navigateur internet adapté au *streaming*. L'objectif de New Delhi est de la diffuser à 10 millions de lycéens dans le pays. Pour l'instant, seules quelques classes de l'agglomération d'Hyderabad expérimentent l'engin, sur piles

classiques. L'appareil est adapté pour des élèves ne disposant pas du réseau électrique à la maison. Il est muni aussi d'une surface d'écriture au stylet. L'une des originalités de cette merveille technologique, mise au point par le professeur Krishna Palem, de la Rice University, au Texas, est l'utilisation de puces CMOS spéciales, munies d'algorithmes probabilistes épurés, qui accélèrent le calcul et limitent la consommation d'énergie du calcul d'un facteur quatre. Une version commerciale sera diffusée par Datawind Ltd, un fabricant *low-cost* indien.

➤ **Jade Boyd, Rice University, [jadeboyd@rice.edu](mailto:jadeboyd@rice.edu)**  
Tél. : +1 713-348-6778

➤ **Wang Meng Meng, Nanyang Technological University, [WangMM@ntu.edu.sg](mailto:WangMM@ntu.edu.sg)**  
Tél. : +65 6790 6681

### La bicyclette et les écolières indiennes

Plus *low-tech* mais non moins efficace, la bicyclette. La « vélorution », révolution par le vélo, n'est pas, en Inde, une question uniquement urbaine, mais met en jeu la scolarisation des jeunes filles au Bihar. Dans cet État, seule une femme sur trois sait lire et écrire et le gouvernement y a plutôt mauvaise réputation. Le programme de distribution de bicyclettes – sous forme d'un bon d'achat de 3 000 roupies (42 euros) – a contribué à faire chuter des deux tiers le taux d'abandon scolaire des filles. Le Bihar va prochainement être imité par l'État du Rajasthan qui mettra à disposition des vélos pour 100 roupies (1,4 euros).

➤ **Nitish Kumar, Chef ministre du Bihar**  
<http://nitishspeaks.blogspot.com/2010/04/mukhyamantri-balikacycle-yojna.html>

### Mégaprojets PV en Inde

Pour oublier la crise que connaît le photovoltaïque (PV) en Europe et aux États-Unis, tournons-nous vers l'Inde, qui annonce 20 000 MWc de centrales solaires photovoltaïques pour 2020. Énoncé en 2008, cet objectif pourrait être atteint avant 2018, grâce à la chute des prix des équipements. Régulièrement, le gouvernement indien lance des appels d'offres auxquels soumissionnent exclusivement les fabricants chinois (Yingli, Suntech) et américains (First Solar). Lors des dernières enchères, le coût de production des centrales solaires restait deux fois plus élevé que celui des installations au charbon, mais déjà moins cher que la production d'électricité à base de pétrole.

➤ **"Interactions of Policies for Renewable Energy and Climate", Working Paper**  
**Cédric Philibert, Agence internationale de l'énergie, [cedric.philibert@iea.org](mailto:cedric.philibert@iea.org)**  
Tél. : + 33 (0)1 40 57 65 00

## 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](mailto:volodia@lusineages.com)  
Retrouvez L'Usine à GES et ses services sur le net :

[www.lusineages.com](http://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,  
Sabine CASALONGA - San Francisco,  
Valéry LARAMÉE DE TANNENBERG,  
Volodia OPRITCHNIK,  
Alexia TILLY.

Secrétariat de rédaction/révision :  
Anne LOMBARD - [alombard@noos.fr](mailto:alombard@noos.fr)

Corrections : Caroline FABER

Maquette et mise en page :  
Pascale MICHON - [pascalemail@free.fr](mailto:pascalemail@free.fr)