

## OPINION

**Les énergies renouvelables, l'énergie nucléaire et Galilée:  
Les scientifiques n'ont-ils pas le devoir de dénoncer les idées fausses?**

Traduit de l'article de **James E. Hansen**

**“ Renewable Energy, Nuclear Power and Galileo: Do Scientists Have a Duty to Expose Popular Misconceptions? ”**

[http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2014/20140221\\_DraftOpinion.pdf](http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2014/20140221_DraftOpinion.pdf)

Les scientifiques du climat nous ont depuis longtemps avertis des effets potentiels catastrophiques de l'utilisation incontrôlée des combustibles fossiles. La prise de conscience par le public de la menace climatique a augmenté. Pourtant, la croissance du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'air, le principal moteur du changement climatique, s'est accélérée inexorablement, parce que les nations utilisent les combustibles fossiles bon marché pour alimenter leurs économies.

Les gouvernements ont reconnu la menace climatique en approuvant universellement la Convention Cadre sur le changement climatique (1), avec l'objectif d'éviter un changement climatique dangereux. Pourtant, les gouvernements continuent d'encourager l'industrie des combustibles fossiles pour extraire presque tout ce qui peut être exploité, y compris les combustibles les plus sales et à forte intensité de carbone, comme le charbon, les sables bitumineux et les schistes bitumineux .

Comment les gouvernements peuvent-ils être si insensibles à un impératif collectif ? «Ce n'est pas étonnant, » direz-vous. " L'industrie des combustibles fossiles utilise ses énormes ressources pour influencer les opinions publiques et les politiques gouvernementales. " Certes, ils le font, mais ce n'est qu'une partie de l'histoire, et cette partie de l'histoire a été assez bien racontée.

Je présente ici des données sur le climat et l'énergie pour aider à identifier les idées fausses sur l'énergie. Ces idées fausses ont un impact plus important sur les perspectives pour la stabilisation du climat et la préservation de la vie remarquable de notre planète que celles que les lobbyistes des combustibles fossiles et du changement climatique auront jamais. Je dois d'abord présenter les données de ce que j'appelle les «mathématiques du carbone» et les «mathématiques de l'énergie».

**Les mathématiques du carbone.**

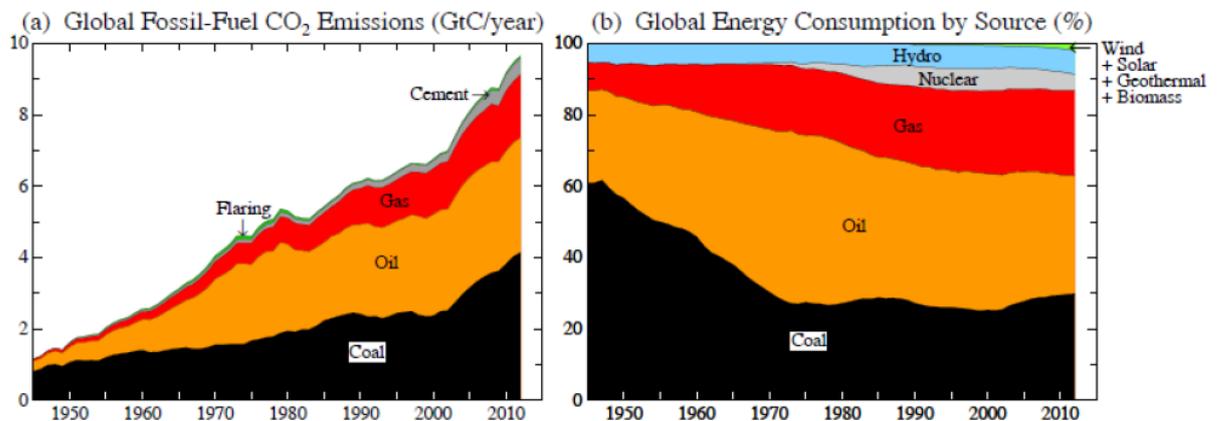
Les mathématiques spécifiques du carbone le public et les décideurs commencent à en prendre conscience, grâce à des incitations tenaces à «faire le calcul» et au plaidoyer de Bill McKibben et de son organisation «350.org». L'idée de 350.org, le retour éventuel du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère à un niveau ne dépassant pas 350 ppm (parties par million), est née il y a quelques années. Il était devenu évident que le CO<sub>2</sub> devrait culminer à moins de 450 ppm, et même sans doute ne pas dépasser 350 ppm, si nous voulions conserver une planète ressemblant étroitement à celle que nous connaissons et aimons - une planète avec des traits

de côte relativement stables qui préserve l'abondance d'autres espèces, espèces dont l'humanité apprécie et tient pour acquis les services. La base scientifique de cette conclusion a été exposée dans les documents (2) et (3) par des chercheurs ayant un vaste domaine de compétences.

Les implications des mathématiques du carbone sont que la plus grande partie des combustibles encore non exploités à haute teneur en carbone – charbon, et combustibles fossiles non conventionnels tels que les sables bitumineux - doit être laissée dans le sol. Le monde doit se diriger rapidement vers une énergie propre sans carbone, ou nous laisserons à nos enfants et aux générations futures un système climatique en détérioration échappant à notre contrôle.

## Les mathématiques de l'énergie

Les gouvernements ne sont pas totalement ignorants des mathématiques du carbone, mais leurs préoccupations au sujet de l'énergie l'emportent généralement sur les préoccupations au sujet du carbone. Par conséquent, il est important que les mathématiques de l'énergie soient bien comprises, ainsi que la relation entre les mathématiques du carbone et les mathématiques de l'énergie. Je soutiens qu'il y a des malentendus ou des idées fausses sur les mathématiques de l'énergie, qui peuvent presque être qualifiés de mythes. Examinons d'abord quelques données fondamentales concernant le carbone et l'énergie.



**Fig. 1.** (a) Global CO<sub>2</sub> annual emissions from fossil fuel use and cement manufacture, (b) world energy consumption (excluding wood).<sup>4,5</sup>

Fig 1 (a) émissions mondiales annuelles de CO<sub>2</sub> dues à l'utilisation des combustibles fossiles et à la fabrication de ciment, en Gt de carbone émis par an ; (b) consommation mondiale d'énergie en % par source (hors bois)

Les émissions de carbone (CO<sub>2</sub>) n'ont pas baissé à la suite du Protocole de Kyoto de 1997. En effet, les émissions et même le taux de croissance des émissions ont accéléré. (figure 1a) . Les plus fortes croissances des émissions de CO<sub>2</sub> et de la consommation d'énergie ont eu lieu en Chine, où la fourniture d'électricité s'est étendue à plus de 90 % de la population, sortant ainsi de la pauvreté plusieurs centaines de millions de personnes (6). L'utilisation du charbon a provoqué la plus grande part de la croissance des émissions et le charbon est maintenant la source de près de la moitié des émissions mondiales de carbone dues aux combustibles fossiles (Fig. 1a).

Les combustibles fossiles fournissent plus de 85 % de l'énergie du monde, hors bois (Fig. 1b). Une idée fautive explicitée ci-dessous est de croire que l'énergie renouvelable est en train de supplanter rapidement l'énergie conventionnelle. La totalité des énergies renouvelables non hydrauliques ne représente pourtant aujourd'hui que l'équivalent de la croissance annuelle de la consommation d'énergie.

La consommation d'énergie et les émissions de carbone dans les pays développés se sont à peu près stabilisées au cours des 35 dernières années (fig. 2), les pays développés étant ici définis comme l'Europe, les États-Unis, l'ex-Union soviétique, le Japon, le Canada et l'Australie. La stabilisation des émissions des pays développés est en partie le résultat de la sous-traitance des industries aux pays en développement.

Les émissions mondiales de carbone (Fig. 2a) sont la somme de courbes de croissance exponentielles pour les pays développés et en développement, avec une croissance des pays développés à l'apogée vers 1970. La consommation d'énergie dans les pays développés a continué à augmenter légèrement après 1970 (fig. 2b), mais les émissions de carbone se sont stabilisées parce que la croissance de l'énergie a été principalement assurée par l'énergie nucléaire.

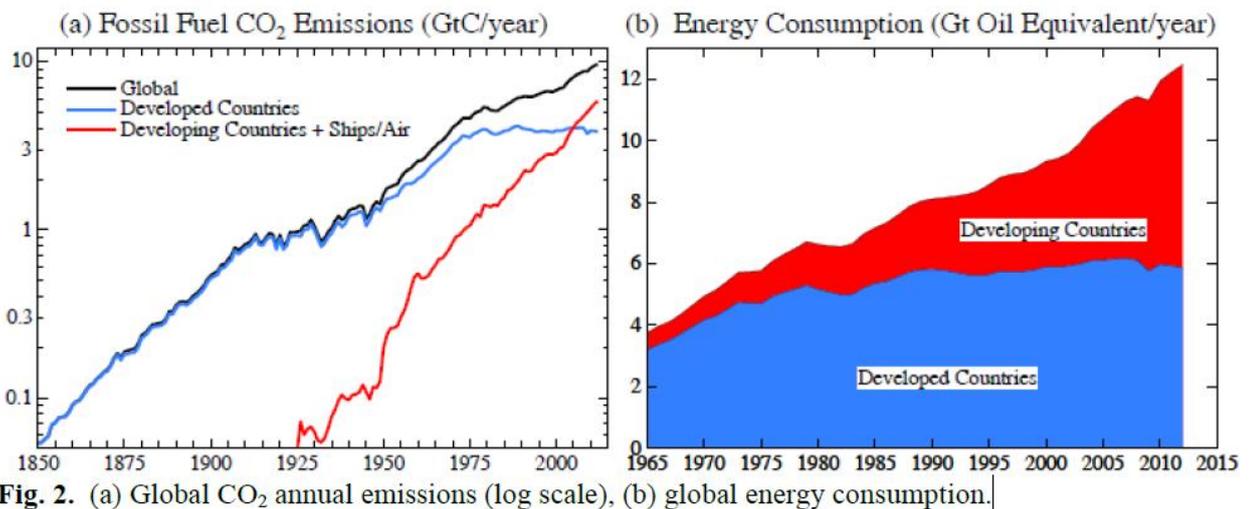


Fig .2. (a) émissions mondiales annuelles de CO<sub>2</sub>, en Gt de carbone émis (échelle logarithmique), (b) consommation mondiale d'énergie, en Gt équivalent-pétrole par an.

La consommation mondiale d'énergie va continuer à augmenter pendant des décennies. Pourquoi ? En premier lieu, même dans le meilleur des cas, la population va probablement atteindre environ neuf milliards avant qu'elle ne commence à baisser. Deuxièmement, la consommation d'énergie mondiale continuera d'augmenter (Fig. 2), vu que l'essentiel de la population aspire à atteindre un niveau de vie qui lui permette plus que la simple survie. Même la Chine, bien que la plupart de sa population soit maintenant au-dessus du seuil de pauvreté, utilisera plus d'énergie, car son développement économique et le bien-être de ses citoyens ne sont pas encore au stade où les besoins énergétiques se stabilisent. Troisièmement, dans les pays développés, en dépit de l'amélioration de l'efficacité énergétique et des déclarations de certains qu'ils auront un style de vie à faibles besoins en énergie, il n'y a aucune indication d'une baisse spectaculaire de la consommation globale d'énergie. Les gens voyagent et ont l'intention de continuer à voyager. De légères baisses de la consommation

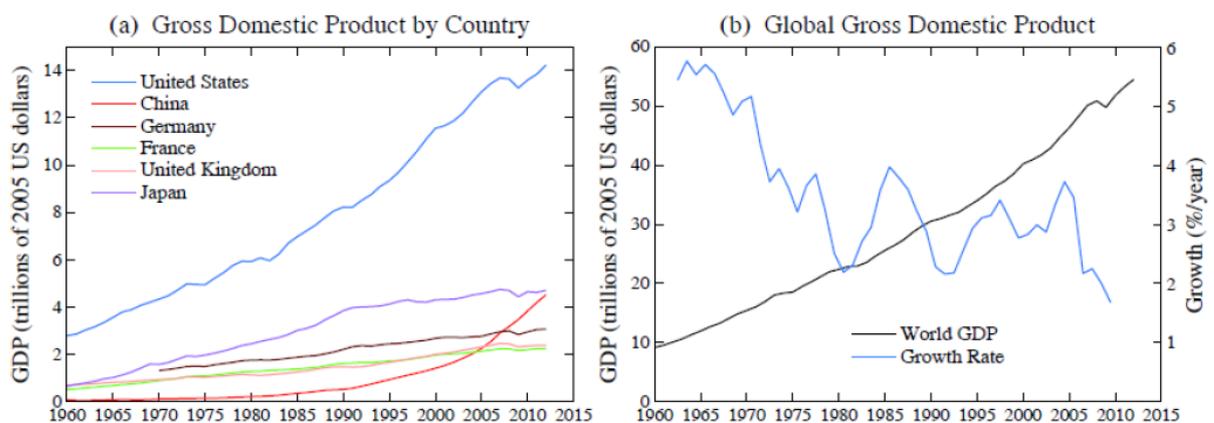
d'énergie dans les pays développés sont à ce jour principalement la conséquence de l'externalisation de l'industrie, pas de modes de vie à faibles besoins en énergie.

L'énergie abondante et à prix abordable est essentielle pour résoudre les problèmes économiques et environnementaux de la planète. L'énergie est nécessaire pour atteindre un niveau de vie adéquat et une population humaine stable. Le progrès économique permet de faire attention à l'environnement, ce qui est indispensable si nous voulons partager la planète avec les autres espèces, qui sont nécessaires pour notre propre bien-être. Avec le progrès économique, les taux de fécondité dans la plupart des pays développés ont chuté à proximité ou au-dessous du niveau requis pour la stabilité ou la décroissance démographique. Je crois que le meilleur espoir pour la préservation de l'environnement sur Terre et de l'abondance inestimable de la vie est le développement économique intelligent, et le développement économique nécessite un niveau substantiel d'énergie à un prix abordable.

Les combustibles fossiles ont fourni l'énergie que le monde développé d'aujourd'hui a employé pour atteindre son niveau de vie actuel. Malheureusement, si le monde en développement suit cette voie de combustibles fossiles, il n'y aura pas de gagnants – les mathématiques du carbone le montrent bien. Pourtant, si les combustibles fossiles constituent la seule voie disponible réaliste de développement et d'amélioration des conditions de vie, cette voie sera sûrement prise.

Il est facile de faire porter la responsabilité sur les gouvernements pour le fait que nous marchons inexorablement vers les catastrophes climatiques, comme si l'humanité était un groupe de lemmings qui va se précipiter vers une falaise. J'ai soutenu que les politiciens carburaient au pétrole et au charbon (7), et en effet sur ce sujet la documentation existe. (8). Cependant, ce n'est sûrement pas la seule cause, et cela n'est peut-être pas la plus importante.

En effet, une explication pourrait être que les politiciens ont été poussés dans une situation telle qu'ils n'ont pas eu d'autre choix que d'approuver la poursuite de l'exploitation du charbon, la fracturation hydraulique pour accroître la production de gaz et de pétrole, et la recherche de pétrole et de gaz dans des environnements extrêmes et vierges. Pour comprendre la situation actuelle, nous devons introduire et associer quelques données de base sur l'économie, l'énergie et le carbone.



**Fig. 3.** Real gross domestic product<sup>9</sup> of several nations (a) and global GDP and its annual growth rate (b). Annual growth rate of GDP, blue curve in (b), is the mean annual growth over a 5-year period.

Fig.3. Produit intérieur brut (PIB) réel de plusieurs pays (9) (a), et PIB mondial et son taux de croissance annuel (b). Le taux de croissance annuel du PIB, courbe bleue (b), est le taux de croissance annuel moyen sur une période de 5 ans.

## La croissance économique, l'intensité énergétique et l'intensité de carbone

La croissance économique est nécessaire pour fournir les ressources qui permettent d'éliminer la pauvreté et de remplacer l'énergie sale à haute teneur en carbone par des sources d'énergie propres. Le constat commun que la croissance exponentielle ne peut pas continuer longtemps sur une planète finie ne signifie pas que nous devons revenir à des modes de vie pré-industriels. Le taux de croissance du produit intérieur brut mondial (PIB) diminuera, en effet, il a déjà diminué d'environ ~ 5 % par an en 1945-1975 à ~ 3% par an au cours des dernières décennies (Fig. 3 évolution du taux de croissance annuel du PIB sur 5 ans) et il va probablement continuer à diminuer dans les prochaines décennies. Des taux de croissance élevés sont nécessaires dans les pays en développement pour éradiquer la pauvreté, mais la part des pays en développement dans le PIB mondial va diminuer quand certains pays atteindront le statut de pays développé.

Le changement climatique va entraver la croissance économique si le changement climatique devient incontrôlable, mais les actions nécessaires pour éviter un changement climatique ne nécessitent pas de freiner l'économie. Éviter le changement climatique nécessite de restreindre les combustibles fossiles et les émissions de carbone<sup>(i)</sup>, mais il n'y a aucune restriction *en soi* sur le développement économique. Le rapport des émissions de carbone au PIB est donné par la formule simple

$$\text{Carbone} = \text{PIB} \times \text{IE} \times \text{IC}$$

ou, en clair :

Émissions de carbone = Produit intérieur brut × intensité énergétique × intensité en carbone.

L'intensité énergétique est l'énergie utilisée pour produire une unité de produit intérieur brut (PIB). L'intensité en carbone est la quantité de carbone émise par unité d'énergie. L'intensité énergétique globale (Fig. 4a) a diminué de 0,85% par an de 1965 à 2000 et l'intensité en carbone a diminué de 0,40 % par an (figure 4b). Les lignes noires épaisses de la figure 4 montrent les moyennes mondiales de IE et IC. Ainsi, la croissance du PIB mondial de 3,52 % par an en 1965-2000, a été partiellement compensée par des baisses d'intensité d'énergie et d'intensité de carbone. La croissance nette de 2,27 % par an sur 1965-2000 sur la base des modifications du PIB, de l'IE et de l'IC signifie une croissance des émissions de carbone d'environ 119 % sur 35 ans, ce qui est cohérent avec la croissance observée des émissions de CO<sub>2</sub> par les combustibles fossiles de la figure 1a qui est de 116 %.

---

*(i) Les émissions de carbone sont souvent données comme la somme des émissions des combustibles fossiles et de celles de la biosphère, ces dernières venant principalement de la déforestation. Il est préférable de se concentrer sur le carbone des combustibles fossiles, qui restera dans le système climatique ~ 100 000 années. Le carbone atmosphérique net de la biosphère est moindre et peut être récupéré par la biosphère, y compris le sol, au cours de ce siècle, grâce à des pratiques agricoles et forestières. Cette restauration est possible, malgré l'occupation humaine de surfaces importantes de terres, car l'absorption de carbone par la biosphère est accrue par l'augmentation du CO<sub>2</sub> dans l'air.*

---

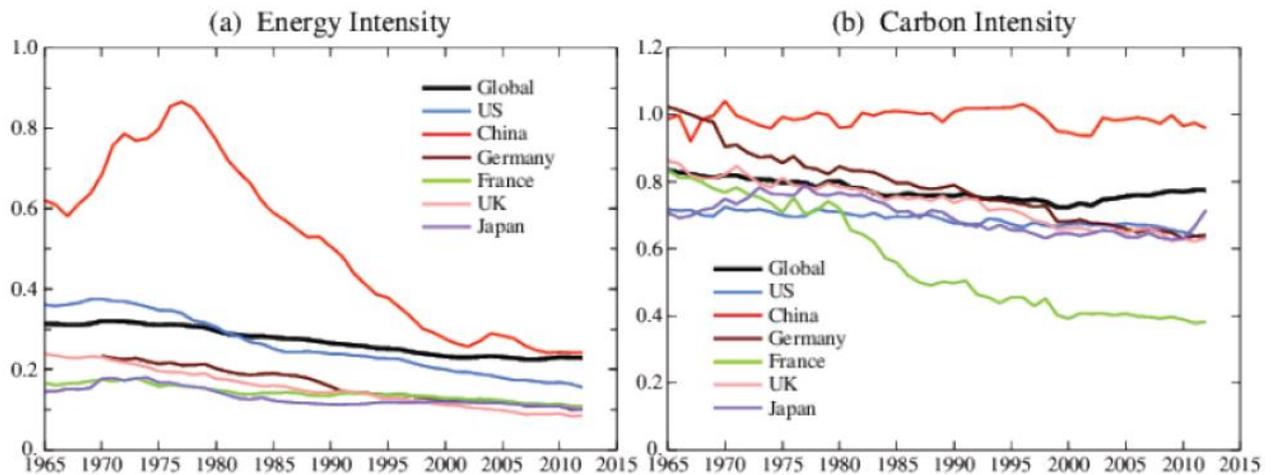


Fig 4. (a) Intensité énergétique, définie comme la consommation d'énergie (Gt d'équivalent pétrole), divisée par le produit intérieur brut réel (en milliers de milliards de \$ US 2005), et (b) Intensité en carbone, définie comme les émissions de carbone des combustibles fossiles (Gt de carbone) divisées par la consommation d'énergie (Gt d'équivalent pétrole). L'intensité énergétique de la Chine est normalisée à 1,56 fois celle des États-Unis en 2005 (10).

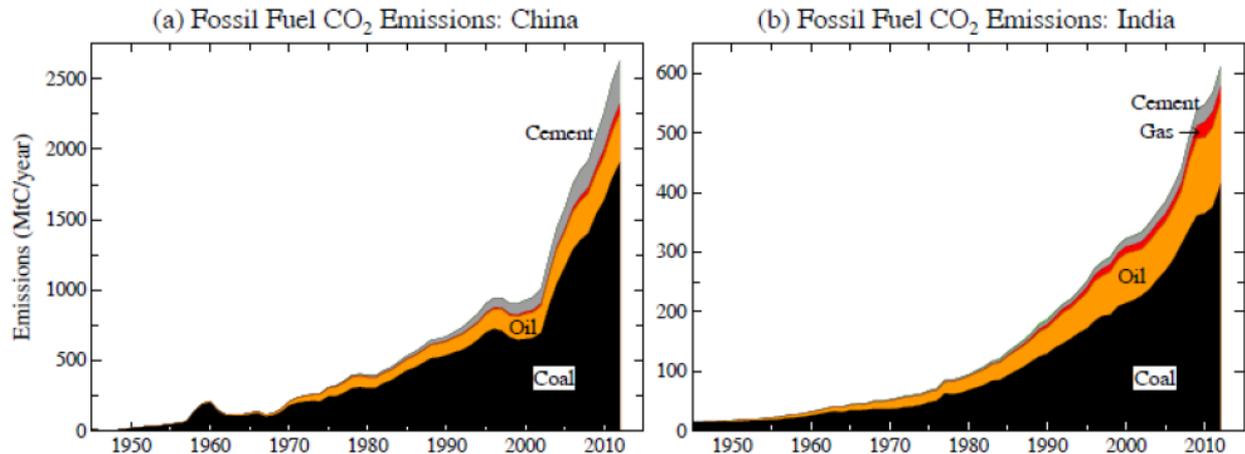
Nous nous concentrons sur les intensités en énergie et en carbone globales (à l'échelle mondiale), parce que ce sont les quantités qui ont un impact climatique global. Par ailleurs les quantités globales comprennent intrinsèquement les effets de l'externalisation, c'est-à-dire le déplacement transnational de l'industrie avec au final des distances de transport accrues.

L'explosion de l'utilisation du charbon au 21e siècle (Fig. 1a) a inversé la tendance à la baisse de l'intensité en carbone globale (Fig. 4b), qui a finalement augmenté de +0,6 % par an de 2000 à 2012. L'intensité énergétique globale était stable (- 0,1 % par an) de 2000 à 2012, car si l'intensité énergétique a diminué dans les pays développés (en partie comme résultat de la délocalisation de l'industrie), une fraction croissante de l'énergie a été consommée dans les pays en développement, malgré une diminution de l'intensité énergétique. Par conséquent, malgré une crise économique mondiale dans la période 2000-2012 et un taux de croissance du PIB mondial de l'ordre de 2,5 % par an, les émissions de carbone des combustibles fossiles ont augmenté de 3 % par an de 2000 à 2012.

L'intensité énergétique et l'intensité en carbone, globales et nationales (Fig. 4), donnent un aperçu des politiques nécessaires pour atteindre un ralentissement rapide des émissions mondiales de carbone. Tout d'abord, le résultat apparemment paradoxal : l'intensité énergétique mondiale a à peine diminué en dépit des améliorations importantes dans certains pays ; mais c'est une conséquence facile à comprendre de la part croissante prise dans les émissions de carbone par les pays en développement. La délocalisation de l'industrie dans les pays en développement devrait se poursuivre, par exemple, de la Chine à des pays moins développés car les coûts augmentent en Chine avec un niveau de vie qui s'améliore. L'une des conséquences est le besoin d'une redevance ou d'une taxe carbone internationale, qui à la fois mette la pression pour une baisse de l'intensité énergétique mondiale et pour une baisse de l'intensité en carbone mondial, comme on le verra ci-dessous

L'intensité en carbone de la Chine est obstinément élevée (Fig. 4b) en raison de la forte proportion de charbon dans son mix énergétique. La France a réalisé la plus grande réduction de l'intensité énergétique (figure 4b) via une conversion sur une période d'environ 10 ans à

l'énergie nucléaire pour 80 % de son électricité. L'intensité en carbone française est restée à environ la moitié de l'intensité mondiale en carbone du fait de l'utilisation de combustibles fossiles dans les transports, le chauffage et l'industrie. Les réductions encore plus importantes de l'intensité en carbone qui seront nécessaires pour parvenir à une réduction rapide des émissions de CO<sub>2</sub> mondiales nécessitent probablement une utilisation accrue de l'électricité décarbonée dans le transport, le chauffage et l'industrie.



**Fig. 5.** Fossil fuel CO<sub>2</sub> emissions in China (a) and India (b); note different scales, China  $\sim 4 \times$  India.

Fig.5. Les émissions de CO<sub>2</sub> dues aux combustibles fossiles en Chine (a) et en Inde (b) ; noter les différentes échelles, la Chine  $\sim 4 \times$  Inde.

### Ralentir la croissance des émissions de carbone.

La flambée des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> (figure 1a), et leur augmentation de 3 % par an au 21<sup>ème</sup> siècle ont amené les gens, y compris certains scientifiques, à pratiquement " jeter l'éponge ", c'est à dire à conclure que le réchauffement climatique de quelques degrés est inévitable. Ce pessimisme est déplacé tout comme le défaitisme sera impardonnable dans l'avenir, lorsque nos descendants évalueront ce qui s'est passé.

L'accord de Copenhague de 2009 de la Convention des Nations Unies sur les changements climatiques a affirmé un objectif de réduction des émissions tel que le réchauffement global ne dépasse pas 2 °C par rapport aux temps pré-industriels. Cependant, un réchauffement global de 2 °C est déjà dans la gamme " dangereuse " que toutes les nations ont convenu d'éviter dans la Convention-cadre signée par 190 nations (3). Le réchauffement de 2 °C conduirait à une élévation à terme du niveau de la mer de plusieurs mètres, à l'extermination d'une fraction importante des espèces, et à des augmentations extraordinaires des anomalies climatiques régionales extrêmes, y compris des vagues de chaleur, de la sécheresse, des incendies de forêt, des pluies et des inondations extrêmes, et des tempêtes aggravées.

Compte tenu du réchauffement de 0,8 °C qui a déjà eu lieu, du déséquilibre énergétique actuel de la planète (11), et de l'infrastructure énergétique en place, il est désormais pratiquement impossible de maintenir le réchauffement maximal en-dessous de 1 °C. Pour un tel objectif, nécessaire pour maintenir la température mondiale dans ou près de la plage à laquelle est adaptée la civilisation holocène, il faudrait réduire les émissions de combustibles fossiles

d'environ 6 % par an (3). D'un autre côté, un objectif de limitation du réchauffement climatique à 1,5 °C est réalisable, l'exigence principale étant que les émissions de combustibles fossiles atteignent leur maximum d'ici 2020, pour ensuite diminuer de 2% par an ; en complément, une réduction de 100 GtC du CO<sub>2</sub> serait nécessaire par des pratiques agricoles et forestières améliorées, et il faudrait que le bilan des forçages climatiques autres que celui du CO<sub>2</sub> soit nul (3).

La réalisation de quelque objectif raisonnable que ce soit pour limiter le changement climatique, nécessite de toute évidence d'agir à la fois sur le levier de l'intensité de l'énergie et sur le levier d'intensité en carbone. Parce que ces leviers doivent être actionnés à l'échelle mondiale, une taxe carbone perçue par tous les pays et appliquée à tous les combustibles fossiles est nécessaire. La taxe serait perçue sur sa production nationale et ses importations par chaque pays participant. Au niveau mondial, ce mécanisme pourrait commencer par un accord entre la Chine et les Etats-Unis, toutes les autres nations étant invitées à avoir une taxe carbone équivalente. Les produits des pays qui ne se seraient pas associés (n'auraient pas participé) seraient imposés à la frontière du pays importateur, selon une formule standard qui représenterait la teneur en carbone du produit. De plus les pays exportateurs participants seraient remboursés ce montant à leurs propres industries pour les exportations vers les pays non participants, assurant ainsi que l'industrie dans les pays participants ne souffre d'aucun désavantage commercial.

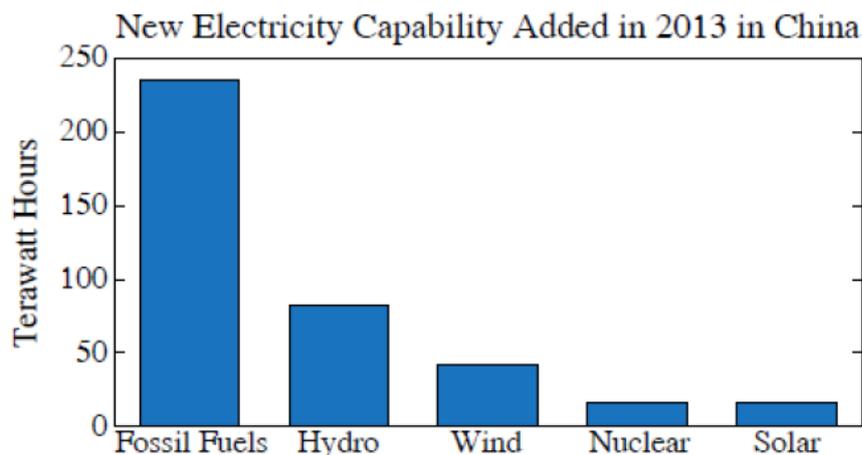


Fig . 6. Accroissement de la production électrique effectué en Chine en 2013 (térawattheures).

Source: A. Cohen, Task Force Clean Air, selon les estimations préliminaires de China Electricity Council pour la production d'énergie maximale. Facteurs de capacité supposés: fossiles (58 % par l'AIE WEO 2013) hydro (34 % par l'AIE WEO 2013) ; éolien (33 %) ; nucléaire (90 %) ; solaire (15 %).

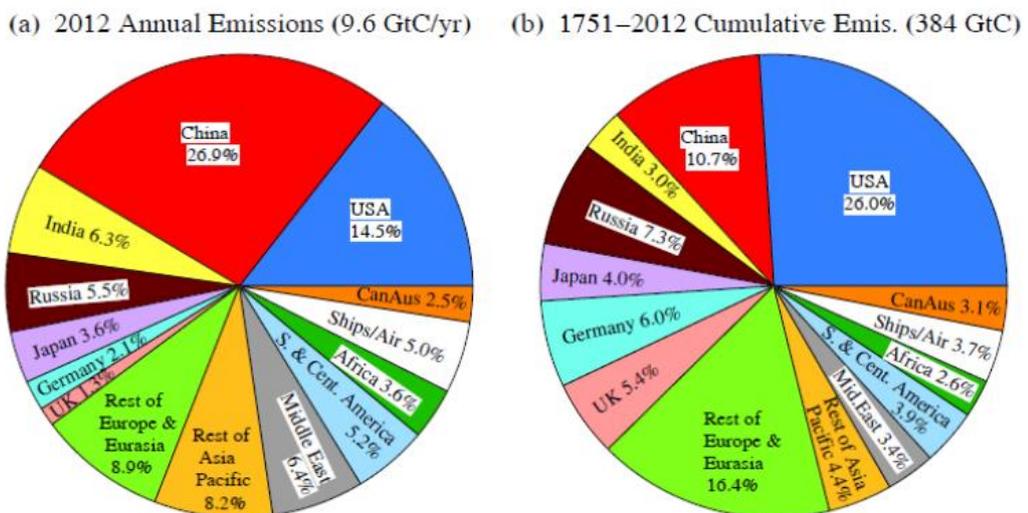
Une taxe carbone à la hausse constitue l'essentiel de la base de la politique nécessaire pour réduire progressivement les émissions de carbone. Cependant, ce n'est pas suffisant. Les technologies énergétiques propres doivent être disponibles pour remplacer les combustibles fossiles à un coût ne dépassant pas le coût véritable des combustibles fossiles. Le coût véritable comprend les externalités, spécifiquement les coûts pour la santé humaine et les coûts environnementaux des déchets que l'industrie utilisant les combustibles fossiles rejette actuellement dans l'atmosphère sans pénalité. Les déchets comprennent non seulement le CO<sub>2</sub>, mais aussi les suies, le carbone organique et d'autres aérosols et des gaz qui sont très nocifs pour l'homme, les productions agricoles et la faune.

L'électricité est un vecteur d'énergie propre qui fournit une part de plus en plus importante de la consommation d'énergie dans les pays développés. ***La condition essentielle de la réalisation d'un avenir énergétique propre et d'un climat stable est la production d'électricité sans pollution et sans carbone.***

Une électricité abondante à coût abordable et sans carbone permettra à l'électricité de fournir une proportion croissante d'énergie pour le transport et les bâtiments. ***L'action politique essentielle requise pour atteindre l'utilisation croissante d'une énergie propre sans carbone pour les transports et les bâtiments est une redevance ou une taxe croissante sur le carbone.*** La taxe carbone croissante agira à la fois sur le levier de l'intensité énergétique et sur celui de l'intensité en carbone. La taxe carbone accélérera l'amélioration de l'efficacité des véhicules et des bâtiments, et elle stimulera le déploiement de technologies telles que des batteries améliorées pour les véhicules électriques et hybrides.

Le «modèle» pour le développement économique depuis que la révolution industrielle a commencé a été une croissance explosive de l'utilisation de combustibles fossiles suivie par un effort pour nettoyer l'air et l'eau de la pollution causée par les combustibles fossiles. Il est maintenant clair que la poursuite de cette approche aura des conséquences extrêmement indésirables pour tous les pays développés et en développement. Il est dans l'intérêt de tous, et vital pour les jeunes, les générations futures et la nature, que le développement futur se réalise selon un nouveau modèle sans carbone, développé grâce à la coopération entre les pays développés et en développement.

La Chine est le cas urgent. Les émissions mondiales annuelles de carbone ont augmenté de 2,9 GtC par an au cours du 21<sup>e</sup> siècle. L'augmentation des émissions de carbone de la Chine dans la période 2000-2012 constitue près de 60% de l'augmentation globale. Si une voie et les technologies nécessaires sont trouvées par la Chine pour atteindre son développement avec des émissions de carbone beaucoup moins élevées, le succès peut influencer les prochaines grandes contrées en développement comme l'Inde, ainsi que les pays développés, qui doivent éliminer leurs émissions de combustibles fossiles dans les prochaines décennies.



**Fig. 7.** (A) Fossil fuel CO<sub>2</sub> 2012 emissions and (B) cumulative 1751-2012 emissions<sup>4</sup>.

Fig. 7. (A) Emissions de CO<sub>2</sub> des combustibles fossiles en 2012, et (B) émissions cumulées sur 1751-2012 (4).

La Chine fait un énorme effort pour développer sa production d'électricité à la fois avec du charbon et avec des énergies propres. En effet, la Chine est maintenant le leader mondial dans l'installation de nouvelles capacités hydroélectriques, éoliennes, solaires et nucléaires de production d'électricité. Toutefois, la situation du développement de l'énergie en Chine est souvent rapportée dans le monde occidental de façon très trompeuse. Par exemple, un article de 2014 (12) «La Chine, le lion du développement d'énergies renouvelables» dans l'«Ecologist magazine», reproduit de «The Conversation», a déclaré : « Les rapports attestant que la Chine ouvre une nouvelle grande centrale au charbon chaque semaine nient la réalité: la Chine est la nouvelle puissance mondiale pour les renouvelables modernes, et l'industrialisation du pays est maintenant alimentée par les énergies renouvelables plus que par les combustibles fossiles ». L'article conclut : « Ces résultats révèlent à quel point la Chine a basculé vers les énergies renouvelables pour son approvisionnement en énergie primaire ... ». Cette distorsion de la réalité, a souligné Armond Cohen (13) de la « Clean Air Task Force », est commune et contribue aux idées fausses sur l'énergie, qui sont exposées ci-dessous.

Il est vrai que la Chine est le leader mondial dans l'installation des énergies renouvelables. Toutefois, la présentation des données réelles pour les nouvelles sources d'énergie (Fig. 6) montre une image assez différente de celle présentée dans la littérature écologiste. La figure 6 montre la capacité de production annuelle des installations en 2013 en térawattheures. La capacité annuelle de production électrique (en térawattheures) traduit la production réelle de chaque source d'énergie, par opposition, par exemple, à des valeurs trompeuses comme la puissance crête à midi lors d'une journée ensoleillée. En Chine, l'accroissement de la production d'énergie par des combustibles fossiles, principalement du charbon, a, en 2013, dépassé la nouvelle énergie éolienne d'un facteur six l'accroissement de la production éolienne, et d'un facteur de 27 celui de la production solaire.

### **La coopération Chine - Etats-Unis et la résurgence planétaire**

Il y a plusieurs raisons pour que la Chine et les États-Unis coopèrent à la stabilisation du climat, la plus fondamentale étant que toutes les nations sont dans le même bateau et devront soit couler soit voguer ensemble. La Chine et les États-Unis sont la source de plus de 40 % des émissions d'aujourd'hui (Fig. 7a). La réduction de leurs émissions est essentielle et urgente.

Les États-Unis et la Chine sont également en grande partie responsables de l'excès de CO<sub>2</sub> dans l'air aujourd'hui, la part américaine étant de plus de 25 % et pour la Chine de plus de 10 % ( Fig. 7b ). En quelques décennies, la contribution de la Chine est susceptible de devenir comparable à celle des États-Unis si les tendances récentes se poursuivent. Nombre de pays qui ont peu ou pas de responsabilité dans le changement climatique mondial, risquent néanmoins d'en pâtir grandement si le changement climatique se poursuit, en particulier les pays aux faibles latitudes ou avec de fortes populations près du niveau de la mer. Les États-Unis et la Chine porteront les responsabilités morales et juridiques des problèmes de ces autres pays, et d'autant plus si ces deux grandes nations - maintenant que les conséquences de l'inaction sont devenues claires - ne coopèrent pas maintenant pour prendre des mesures raisonnables pour atténuer le changement climatique.

La coopération entre la Chine et les Etats-Unis sur deux questions vitales pourrait changer le destin de notre planète et de notre peuple

Tout d'abord, la condition de base pour la réduction de la consommation effrénée de combustibles fossiles et le passage à une énergie propre est une hausse du prix des émissions de carbone. Un accord entre la Chine et les États-Unis pour accroître leurs prix nationaux du carbone serait le tournant, ouvrant la porte à un mouvement quasi mondial vers la primauté des énergies propres. Une taxe carbone est susceptible d'être acceptable par les responsables conservateurs et le public aux États-Unis, à condition qu'elle soit fiscalement neutre et ne soit donc pas utilisée pour rendre le gouvernement plus dominateur et plus intrusif. Une taxe sur le carbone favoriserait tous les outils importants pour réduire l'utilisation de combustibles fossiles: l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire.

Deuxièmement, les États-Unis et la Chine devraient s'entendre pour collaborer à un déploiement rapide à l'échelle de la Chine de l'énergie nucléaire moderne et sans danger à des fins pacifiques, en particulier pour fournir de l'électricité propre, pour remplacer les vieilles centrales électriques au charbon vieillissantes ou en projet, et pour contrer le besoin de construction à vaste échelle des usines de gazéification du charbon prévues en Chine, gazéification qui, de toutes les méthodes pour produire de l'électricité, est celle qui a la plus forte intensité en carbone (14). La Chine a un besoin urgent de réduire la pollution de l'air et reconnaît que les énergies renouvelables ne peuvent pas fournir rapidement l'électricité de base nécessaire à grande échelle. La demande en électricité de la Chine exige une mobilisation massive pour construire des centrales nucléaires modernes et sûres, former plus de spécialistes et ingénieurs du nucléaire, ainsi que pour l'apprentissage des opérateurs des centrales

L'industrie nucléaire et les universités aux États-Unis ont beaucoup à offrir, et à leur tour beaucoup à gagner à coopérer au développement d'une énergie nucléaire sûre et moderne en Chine. L'opposition à l'énergie nucléaire aux États-Unis a ralenti, mais n'a pas arrêté le progrès de la technologie nucléaire. Toutefois, la taille réelle du marché aux États-Unis pour des installations nucléaires de la nouvelle génération, ainsi que pour une évolution vers des conceptions encore plus avancées, est limitée, au moins dans le court terme. En outre, pour des raisons qui n'ont pas besoin d'être débattues ici, le temps de construction d'une centrale nucléaire aux États-Unis est de l'ordre d'une dizaine d'années, alors qu'il n'est pas plus que 3-4 ans en Chine. Ainsi une coopération nucléaire étroite entre la Chine et les États-Unis au cours des 1-2 prochaines décennies pourrait produire à la fois (1) l'électricité de base en Chine qui permettra aux émissions de carbone de la Chine de plafonner dans une dizaine d'années, puis diminuer, comme il est essentiel de faire si on veut stabiliser le climat, (2) la possibilité pour les deux pays de réaliser des progrès dans la technologie nucléaire et donc une base pour comparer les mérites des technologies renouvelables et nucléaires les plus avancées.

Si les États-Unis et la Chine échouaient à mettre en oeuvre une telle coopération, cela reviendrait pratiquement à rendre inéluctable l'avenir prédit par les pessimistes qui croient que l'humanité est incapable d'exercer un libre-arbitre intelligent dans une situation aussi complexe que le changement climatique mondial, où les bénéfices pour l'utilisation de combustibles fossiles sont immédiats alors que ses conséquences les plus indésirables ne viennent que plus tard. L'échec des deux plus grands pollueurs à coopérer, pendant qu'il est encore temps pour éviter un changement catastrophique, assurerait que le réchauffement climatique entrera effectivement dans la zone dangereuse, et déclencherà des effets domino du fait que les impacts du climat global rendraient plus difficile pour toutes les nations de se convertir aux énergies propres.

Le succès de la coopération proposée ne serait pas seulement de nettoyer le ciel en Chine et d'éviter la dispersion d'une énorme pollution par le carbone des centrales à charbon et de la

gazéification du charbon. La participation ouverte des industries des deux pays permettrait le développement, la démonstration et l'évaluation des sources d'énergie sans carbone les plus avancées. La Chine déploie toutes les énergies renouvelables, ainsi que l'énergie nucléaire, à grande échelle. Ainsi, le développement et l'évaluation de ces technologies aideront au remplacement des centrales fossiles par de l'énergie propre aux États-Unis et à fournir des options pour utiliser une énergie propre pour les prochaines contrées en développement intensif comme l'Inde

Une coopération réussie est cruciale pour l'avenir de notre planète et le bien-être des jeunes, des générations futures et de la nature. L'énergie abondante et à prix abordable est essentielle si le fléau de la pauvreté doit être vaincu. La tâche commence chez soi pour la Chine et les États-Unis, mais les répercussions du succès résonneraient sur toute la planète.

### **Les idées fausses sur l'énergie**

Pourquoi les gouvernements font-ils si peu pour arrêter la marche vers les catastrophes climatiques ? Pour le comprendre, cela peut aider d'analyser les actions que les gens demandent que les gouvernements prennent. Les revendications populaires actuelles semblent être fondées en partie sur des idées fausses au sujet de l'énergie nucléaire et des énergies renouvelables

Permettez- moi de préciser que je n'argumente pour aucune combinaison particulière d'efficacité énergétique, d'énergies renouvelables et d'énergie nucléaire, et que je ne suggère aucunement que quelque nation particulière que ce soit aita spécifiquement besoin d'utiliser l'énergie nucléaire. Je dis que la discussion mondiale sur l'énergie devrait être fondée sur des faits et non sur des mythes

### ***Les vies humaines.***

Il est intéressant de regarder [un clip de 3 minutes](#) d'un concert anti-nucléaire qui s'est tenu à New York en 1979 après l'accident nucléaire de Three Mile Island en Pennsylvanie. Les participants rêvent de la lueur chaude d'un feu de bois, ou même de charbon, mais insistent sur le fait que l'énergie nucléaire doit disparaître.

Les foyers domestiques où l'on brûle du bois, du charbon et de la biomasse tuent pourtant plus de 1.000.000 de personnes par an. L'accident de la centrale nucléaire de Three Mile Island, qui a exposé les résidents à proximité de la Pennsylvanie à un niveau de rayonnement inférieur à celui de la radioactivité naturelle du lieu, ne va provoquer que peu de décès, si toutefois il en provoque.

Il y a eu deux accidents nucléaires beaucoup plus graves, Tchernobyl et Fukushima. Les décès provoqués par les radiations de Fukushima seront peu nombreux, mais la radioactivité répandue dans l'environnement été une catastrophe pour 300 000 personnes forcées de quitter leurs maisons. Malheureusement, le gouvernement japonais a contraint beaucoup plus de personnes que nécessaire à partir. Consultez donc la feuille courte et facile à lire, de Robert Hargraves, "[Radiation : Les faits](#)". Commencez au côté Radiation 101 de la feuille.

Ces accidents sont-ils une raison suffisante pour abandonner l'énergie nucléaire ? Nous devons comparer les solutions de rechange. L'aéronautique offre une analogie pertinente. Les premiers avions de ligne ont eu de nombreux accidents qui ont tué des centaines de personnes,

mais nous n'avons pas abandonné la technologie. Au lieu de cela, nous avons amélioré la technologie et la sécurité des opérations par la formation des pilotes, par des systèmes de contrôle de l'aéronef et par des protocoles et une culture de sécurité. Les déplacements aériens sont maintenant l'une des façons de voyager les plus sûres. De même, les technologies et l'amélioration des activités nucléaires ont le potentiel de faire de l'énergie nucléaire le plus sûr de tous les systèmes énergétiques.

Pushker Kharecha et moi avons montré (15) que l'énergie nucléaire, en l'utilisant à la place des combustibles fossiles, a évité 1,8 millions de morts et l'émission de 64 Gt d'équivalent-CO2 de carbone et pourrait éviter dans l'avenir des millions de décès et des milliards de tonnes d'émissions supplémentaires. Ces résultats correspondent à la technologie nucléaire des années 1960 - 1970. La technologie nucléaire avancée a le potentiel d'en éviter bien plus.

Les perceptions erronées du public au sujet de l'énergie nucléaire me sont devenues évidentes après que j'aie donné une conférence en Australie où j'ai dit que l'énergie nucléaire était probablement nécessaire pour aider à éliminer les combustibles fossiles. Ma conférence suivante a été perturbée par des personnes qui affirmaient que l'énergie nucléaire tuait un grand nombre de personnes et causait des malformations congénitales. Quand je leur ai demandé des explications sur les sources de ces affirmations incroyables, on m'a dit que Helen Caldicott en était la source.

Un problème que nous avons parfois pour expliquer au public les connaissances scientifiques sur le réchauffement global vient du fait qu'il pense que ces connaissances sont basées sur des « opinions » plutôt que sur des preuves. Cela permet aux négationnistes d'opposer à ces « opinions » leurs propres opinions. Les affirmations de Caldicott n'étaient rien de plus que son opinion. George Monbiot, un journaliste britannique respecté, a exploré en détail les sources des affirmations de Caldicott . L'article qu'il en a tiré commence par

" Au cours de la dernière quinzaine, j'ai fait une découverte profondément troublante. Le mouvement anti- nucléaire auquel j'appartenais autrefois a trompé le monde sur les effets des rayonnements sur la santé humaine. Les critiques que nous avons faites sont sans fondement scientifique, ne tiennent pas la contestation et sont terriblement mauvaises. Nous avons rendu à d'autres personnes, et à nous-mêmes, un très mauvais service. "

L'article de 2 pages de Monbiot, «Evidence Meltdown », [www.monbiot.com/2011/04/04/evidence-meltdown/](http://www.monbiot.com/2011/04/04/evidence-meltdown/) , mérite d'être lu. La mesure dans laquelle le public a été induit en erreur est, en effet, profondément troublante.

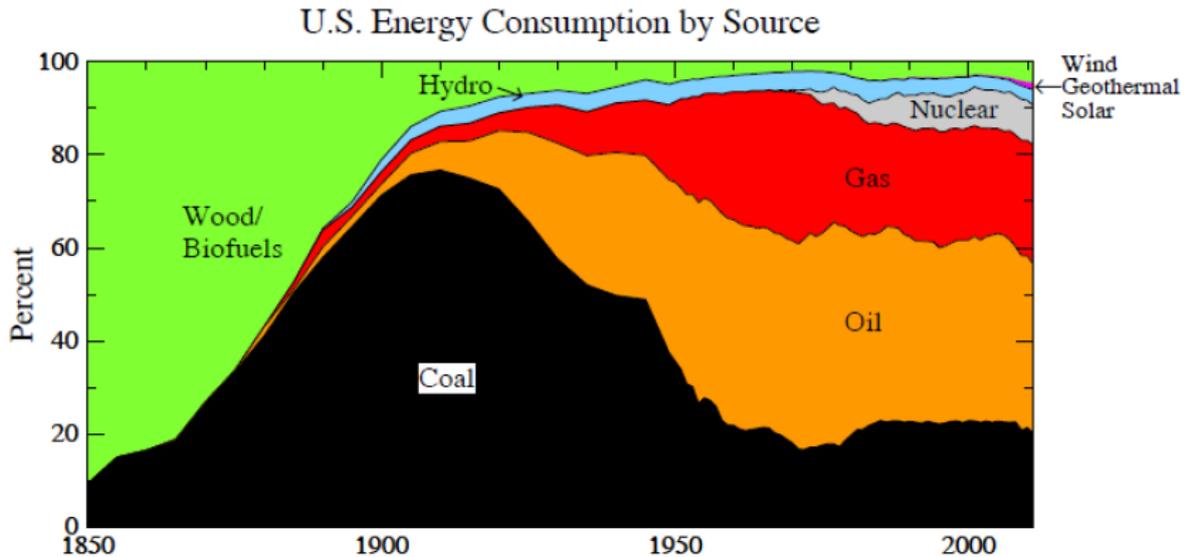


Fig.8. la consommation d'énergie des Etats-Unis, y compris le bois et les biocarburants (16) .

### *Les énergies renouvelables peuvent le faire.*

Les personnes qui supplient le gouvernement de résoudre le réchauffement climatique, mais offrent un soutien uniquement aux énergies renouvelables, seront récompensées par la certitude que les Etats-Unis et la plupart des pays subiront la fracturation hydraulique, et que les plus sales des combustibles fossiles seront exploités, que l'extraction à ciel ouvert et mécanisée dans les mines de charbon continuera, que l'Arctique, l'Amazonie et d'autres terres publiques vierges seront violés, et que les océans les plus profonds seront labourés pour trouver les combustibles fossiles. Les politiciens ne vont pas laisser les lumières s'éteindre ou s'arrêter la croissance économique. N'accusez pas Obama ou d'autres politiciens. Si nous ne leur donnons aucune autre option viable, notre terre sera fracturée et exploitée à mort, et nous n'aurons personne d'autre à accuser que nous-mêmes.

La plupart des scientifiques analysant les tendances de l'énergie mondiale et de celle des États-Unis, résumées dans les figures 1 et 8, concluent qu'une décarbonisation mondiale rapide nécessite les contributions de toutes les grandes voies disponibles: efficacité énergétique, énergies renouvelables, énergie nucléaire, et peut-être même capture et stockage du carbone. Il y a aussi un large accord pour dire que la meilleure façon de trouver un équilibre entre ces voies est une concurrence honnête stimulée par une redevance ou une taxe, générales et croissantes, sur les émissions de carbone. La taxe carbone peut être choisie et régulée afin de minimiser les perturbations économiques d'ensemble, mais plus nous attendrons pour lancer la taxe carbone, plus grandes seront les pertes sans contrepartie dues au dérèglement climatique et plus grands seront les sacrifices économiques, physiques et spirituels ultimes.

Cependant, il existe une asymétrie dans la façon dont les énergies alternatives sont présentées au public, et je crois que cette asymétrie a un grand impact sur les perspectives pour la stabilisation du climat. L'asymétrie est devenue évidente pour moi quand j'ai signalé à un ami certaines des limitations de l'une des énergies renouvelables. Il a dit : «Jim, ne critique pas les énergies renouvelables ! O.K pour défendre l'énergie nucléaire, mais ne le fais pas en critiquant les énergies renouvelables ! »

Je suis sensible à ces raisons, et je souligne donc toujours que nous avons besoin des contributions de toutes les énergies possibles (et je rappelle que j'ai dépensé beaucoup d'argent en panneaux solaires pour ma maison et celles de nos enfants). Cependant, il est maintenant clair qu'il n'y a pas de réciprocité, et ce manque d'objectivité présente au public une image déformée des choix énergétiques alternatifs.

Cette asymétrie enfin m'a frappé de stupeur quand un défenseur des énergies renouvelables m'a dit que l'objectif principal des plans de développement des énergies renouvelable (RPS, ou «PER» en français) était de «tuer le nucléaire». J'avais naïvement pensé que le but était simplement de lancer les énergies renouvelables. Au lieu de cela, on m'a dit que parce que les services publics étaient tenus d'accepter les énergies renouvelables intermittentes, l'énergie nucléaire deviendrait moins économique, car les réacteurs sont plus rentables s'ils fonctionnent à pleine capacité. Que faire quand le vent ne souffle pas ? La réponse était: une centrale à gaz prête à prendre le relais. En d'autres termes, remplacer le nucléaire sans carbone par un système dual, les énergies renouvelables plus le gaz. Avec cette approche les émissions de CO2 vont augmenter et il est certain que la fracturation va se poursuivre et se développer dans des régions plus vastes.

Si nous nous soucions de climat, une «norme de mix sans carbone » serait plus logique que les RPS. Cependant, la meilleure approche est une taxe carbone croissante qui permette à l'efficacité, aux énergies renouvelables, à l'énergie nucléaire et à la capture du carbone de se concurrencer loyalement.

***Les déchets nucléaires et de la sécurité nucléaire : tuer le nucléaire aux États-Unis rendrait le monde plus sûr.***

Les réacteurs nucléaires classiques à fission consomment seulement environ 0,6 % du combustible nucléaire extrait. Le reste demeure comme un "déchet " radioactif à très longue durée de vie. En fait ces déchets peuvent être utilisés comme combustible pour les réacteurs «rapides», qui, combiné avec des installations de recyclage peuvent porter ce chiffre à environ 99 %. Les réacteurs rapides ont le potentiel de laisser une quantité significativement plus faible de déchets, et qui seront dangereux pour quelques centaines d'années plutôt que des dizaines de milliers d'années.

Une fois que les réacteurs rapides entrent dans le mix des centrales nucléaires actuelles, notre combustible nucléaire est inépuisable sur des échelles de temps de plusieurs milliards d'années, mettant l'énergie nucléaire dans la même catégorie que l'énergie solaire et l'énergie éolienne: le carburant durera aussi longtemps que le soleil brillera. Le Japon et les États-Unis ont tous deux démontré que l'uranium peut être « extrait» de l'océan, donc l'extraction d'uranium sur les terres peut être arrêtée si on décide de le faire. A court terme, de vastes gisements d'uranium bon marché sur les terres seront utilisés.

Les États- Unis ont mis fin à la R & D sur les réacteurs rapides en 1993, de fait ils ont pratiquement éliminé tout investissement dans la technologie nucléaire. Une justification de cette politique était une affirmation selon laquelle pour les réacteurs rapides, il est plus difficile de s'assurer que les matières nucléaires ne seront pas détournées pour la fabrication de bombes. Toutefois, les experts nucléaires soulignent qu'il n'y a pas de raison intrinsèque que les réacteurs rapides ne puissent pas être aussi résistants à la prolifération des armes que la technologie de l'énergie nucléaire classique, qui est maintenant répandue dans plus de 30 pays .

Le motif fort pour mettre fin à la R & D nucléaire était le fait que le Parti démocrate aux États-Unis a adopté un programme anti-nucléaire. En effet, les dirigeants du Parti démocrate semblaient enchantés par une vision fantastique (voir fig . 2 de la référence 7, et sa mise à jour à <http://www.columbia.edu/~mhs119/UpdatedFigures/> ) que les combustibles fossiles, l'énergie nucléaire, et la grande hydroélectricité, tout cela serait éliminé au début du 21e siècle.

De nombreux démocrates m'ont dit que leur espoir était que les États-Unis ne construisaient plus de centrales nucléaires. Ils espéraient que les États-Unis abandonneraient l'énergie nucléaire lorsque les centrales nucléaires actuelles auraient atteint leur fin de vie, et ils espéraient que le reste du monde emboîterait le pas. Beaucoup de ces démocrates, la grande majorité de ceux qui comprennent la menace climatique je pense, ont en fait maintenant l'esprit ouvert en ce qui concerne la technologie nucléaire avancée et plus sûre.

Un monde plus sûr nécessite que les États-Unis reconnaissent le fait que la technologie nucléaire est très répandue et ne va pas disparaître. Les réacteurs rapides sont en cours de développement dans plusieurs pays. La Russie a accepté de vendre des réacteurs rapides en Chine. Un monde plus sûr dépend de ce que les Etats- Unis restent dans le jeu de la technologie nucléaire.

Les laboratoires gouvernementaux des États-Unis se sont dégradés par négligence, mais ils ont encore du potentiel. Cependant, nos joyaux de la couronne sont nos universités et notre système de libre entreprise, qui stimulent l'innovation (si le gouvernement ne paralyse pas le processus). Ils ont un énorme potentiel pour aider à résoudre notre problème énergétique et climatique si nous les utilisons à bon escient. J'en reparlerai plus tard.

***L'énergie renouvelable est moins chère et plus rapide à mettre en œuvre que l'énergie nucléaire.***

Bien sûr, il est plus rapide d'installer un panneau solaire ou de construire une éolienne que de construire une centrale nucléaire. Cependant, la question est: à quelle vitesse et à quel coût ces systèmes d'énergie peuvent-ils être développés au point qu'ils fournissent une grande partie de notre électricité ?

L'énergie nucléaire a été utilisée pour décarboner rapidement (en l'espace de 10-15 ans) et économiquement les réseaux d'électricité de la France (voir Fig.4 et discussion) et de la Suède. La Suède a ajouté environ 0,6 MWh par an et par personne d'énergie nucléaire zéro émission entre 1970 et 1986 (y compris le temps de construction de tous les réacteurs), et au pic le taux était de 1,4 MWh par an par personne. Compte tenu de la consommation actuelle d'électricité en Chine (5.3 milliards de MWh par an) et la population (près de 1,4 milliards), ce taux de construction de centrales nucléaires de 0,6 MWh par an et par personne remplacerait la demande actuelle de la Chine en 6,5 ans. Je ne propose pas cela comme un plan, mais plutôt comme une indication de ce qui est faisable.

Aux États-Unis utiliser le soleil et le vent à grande échelle nécessite du temps pour obtenir l'approbation du public (par la totalité de la nation) et du temps pour construire de nouveaux réseaux électriques pour amener le courant de ses lieux de production jusqu'à ses utilisateurs. Cela nécessite également le développement de technologies de stockage d'énergie pour faire face à des sources d'énergie intermittentes. Sans stockage d'énergie, il est probable que les énergies renouvelables seront combinées à la combustion de gaz, ce qui permet d'assurer que

la terre de nos enfants sera fracturée tout au long de leur vie et que la combustion de combustibles fossiles va pousser la planète loin dans la zone dangereuse.

La plus grande partie du coût de l'énergie renouvelable est souvent cachée, par exemple par le RPS et les tarifs de rachat, dont les coûts sont répercutés sur tous les consommateurs. Ces coûts supplémentaires sont supportables si la partie renouvelable de l'électricité est faible, mais, comme dans une chaîne de Ponzi, il y a danger que le système ne fonctionnera pas quand la partie subventionnée du régime grandira.

La meilleure évaluation des coûts viendra par une mise en œuvre à grande échelle. L'Allemagne et la Californie font de sérieux efforts pour mettre en œuvre des systèmes d'énergie renouvelables, et leur population semble prête à supporter des coûts élevés de l'électricité. Espérons qu'elles seront couronnées de succès en montrant qu'un système électrique renouvelable est faisable et économique, auquel cas ils seront juste en avance sur la courbe et en mesure de récolter les fruits du succès.

Dans l'intervalle, aucune approche ne devrait être imposée à d'autres États ou d'autres nations. Nous ne devrions pas jouer l'avenir de la planète sur une approche unique qui n'a pas fait ses preuves..

### **Résumé 1 : Comment la Chine et les États-Unis peuvent-ils coopérer ?**

Nous sommes à un moment de l'histoire sur lequel les yeux des générations futures se concentreront - non seulement ceux des historiens, mais les yeux de nos enfants, et les yeux de leurs enfants. Aujourd'hui, nous savons que le climat est en train de changer. Nous savons pourquoi le climat change. Et nous pouvons imaginer les conséquences pour nos enfants et pour leurs enfants.

La Chine et les États-Unis, s'ils travaillent sérieusement ensemble, ont le potentiel de changer le cours sur lequel s'est engagée notre planète. Ensemble, ils ont la force de se frayer un chemin vers des transitions économiquement efficaces pour un monde d'énergies propres en abondance.

Deux actions sont essentielles pour que cette vision soit atteinte.

***Tout d'abord***, les combustibles fossiles doivent être mis en demeure de payer leurs coûts à la société. Ces coûts comprennent les impacts sanitaires de la pollution de l'air et de la pollution de l'eau, ainsi que les impacts du changement climatique. Ils doivent être ajoutés aux coûts de production à un taux progressif mais important. La Chine et les États-Unis devraient décider de lancer simultanément une taxe carbone croissante (pétrole, gaz, charbon), collectée par le gouvernement au niveau des producteurs nationaux et des points d'entrée dans le pays.

D'autres pays devraient être invités à adopter leur propre taxe carbone interne. Des taxes aux frontières pourraient être collectées sur les produits en provenance des pays qui refusent d'avoir une taxe carbone, et les nations avec une taxe carbone pourraient également consentir aux fabricants une déduction équivalente sur les produits exportés vers les pays qui n'ont pas de taxe carbone.

Parce que les combustibles fossiles sont actuellement la principale source d'énergie en Chine et aux Etats-Unis, une taxe carbone en hausse serait un moteur puissant pour l'amélioration de l'intensité énergétique. Elle permettrait également de stimuler les innovations énergétiques propres et leur adoption généralisée.

*Deuxièmement*, la Chine et les États-Unis devraient entreprendre un programme de coopération intensive pour développer et déployer l'énergie nucléaire moderne et sûre en Chine, et coopérer dans la recherche et le développement de générations de centrales nucléaires encore meilleures pour l'avenir.

La coopération dans le développement des énergies renouvelables et le déploiement est également encouragée. Une hausse de la taxe carbone stimulerait la croissance des énergies renouvelables, et permettrait la concurrence entre les diverses énergies.

Cependant, le besoin urgent est une énergie électrique de base propre, à un prix compétitif avec les combustibles fossiles, qui pourra remplacer le charbon et éviter la nécessité de la gazéification du charbon. La fort besoin, en Chine, d'accroître la production d'électricité et de remplacement des centrales au charbon existantes devrait permettre d'acquérir une expérience suffisante pour faire baisser les coûts de toutes les technologies, un avantage qui pourrait bénéficier en retour aux États-Unis, en aidant à y remplacer des infrastructures vieillissantes du nucléaire et des combustibles fossiles.

La rapidité requise pour un déploiement de la puissance de base à grande échelle de l'énergie électrique en Chine nécessite de se concentrer au départ sur le nucléaire<sup>(ii)</sup>. Un rôle important pour les universités américaines serait mutuellement bénéfique, vivifiant la R & D nucléaire aux États-Unis et permettant la formation du grand nombre d'ingénieurs nécessaires au développement des centrales et de leur fonctionnement en Chine.

---

*(ii) Le coût des renouvelables de quasi-base comme le solaire à concentration n'est pas compétitif. Par exemple, la centrale solaire de 2.2 milliards de \$ à Ivanpah près de la Réserve Nationale de Mojave en Californie a une puissance crête de 377 MW. Avec un facteur de charge de 20 %, sa production annuelle est estimée à ~ 0,66 TWh. L'AP-1000 de General Electric, une centrale nucléaire de 3ème génération munie de dispositifs de sécurité nucléaire passifs, avec un facteur de charge estimé de 90 % produit 8,8 TWh par an, plus de 13 fois Ivanpah. Le coût de l'AP-1000 pour les deux premiers en construction en Chine est estimé à 3,3 milliards de \$ par unité, et donc pour 8,8 TWh par an. Le temps de construction pour la première AP-1000, qui devrait être opérationnelle en 2015 aura été de 5-6 ans. Westinghouse pense pouvoir réduire le temps de construction à 36 mois une fois qu'un certain nombre d'unités auront été réalisées, avec une légère réduction du coût. Un avantage majeur de l'AP-1000 sur l'installation solaire est une emprise au sol de seulement 1,3 km<sup>2</sup> contre 13 km<sup>2</sup> pour Ivanpah ou 170 km<sup>2</sup> pour 13 Ivanpahs. De plus la production d'Ivanpah est intermittente, ce qui nécessitera le stockage de l'énergie si l'énergie solaire doit assumer un rôle plus important.*

---

**Résumé 2 : que peuvent faire le public et les scientifiques ?**

### *Le public.*

Je suggère que le public soutienne [www.CitizensClimateLobby.org](http://www.CitizensClimateLobby.org). Les personnes ayant du temps libre peuvent se porter volontaires pour organiser un nouveau chapitre. Citizens Climate Lobby est en croissance rapide et existe maintenant dans la plupart des États américains et dans plusieurs autres pays. Leur objectif est de convaincre les législateurs de soutenir « fee-and-dividend », c'est-à-dire une taxe carbone croissante collectée auprès des entreprises utilisant des combustibles fossiles et redistribuée à 100% à la population, en quantités égales pour tous les résidents légaux.

Fee-and-dividend suit des principes conservateurs. Il permet au marché de choisir parmi les énergies alternatives et l'efficacité énergétique, laisse des choix aux personnes, et ne fournit pas d'argent pour augmenter la taille du gouvernement. Ainsi, il donne une base de compromis entre conservateurs et libéraux. Les conservateurs acceptent la réalité du changement climatique, mais les libéraux ne peuvent pas utiliser le changement climatique comme une excuse pour collecter plus d'impôts et accroître le contrôle sur la vie des gens.

Je recommande aussi que le public arrête de fournir des fonds aux organisations environnementales anti-nucléaires. Envoyer une lettre expliquant pourquoi vous retirez votre soutien. Leur position se fonde en partie sur la peur de perdre le soutien des bailleurs de fonds anti-nucléaires, et elles ne sont pas enclines à écouter autre chose que la pression financière. Si elles sont autorisées à continuer à répandre de fausses informations sur l'énergie nucléaire, il est peu probable que nous puissions arrêter l'expansion de la fracturation hydraulique, la continuation de l'exploitation du charbon destructeur, et un changement climatique irréversible.

### *Les Scientifiques.*

Ne laissez pas l'échec actuel des gouvernements à traiter de façon significative les émissions mondiales de carbone vous décourager à un point de pessimisme autodestructeur. Une fois que la taxe carbone sera en place, le développement technologique et le déclin des émissions pourront être rapides. Aujourd'hui, il est encore réaliste de viser le plafonnement des émissions mondiales d'ici la fin de cette décennie, suivie par le déclin des émissions de 2 % par an ou plus et le réchauffement global maximum de pas plus de 1,5 ° C par rapport à l'ère préindustrielle. Dans ce cas, les moyens de diminuer le CO2 et d'éviter un système climatique hors de contrôle restent accessibles.

Le public n'est pas au courant de la pression qui est mise sur les scientifiques pour se taire sur l'énergie nucléaire. Dès que je mentionne l'énergie nucléaire, je reçois de nombreux messages, souvent désarmants dans leur sincérité, qui répètent des affirmations infondées comme celles de Caldicott - et me supplient de ne pas mentionner l'énergie nucléaire. Plus troublante est la pression des organisations environnementales et des médias libéraux. Chaque grande organisation environnementale a un «expert» nucléaire (souvent un avocat, pas un physicien) avec un script bien développé pour répondre à toute déclaration positive sur l'énergie nucléaire. Les médias libéraux suivent soigneusement les approches des « marchands de doute », qu'ils utilisent les médias de droite pour bloquer l'action sur le changement climatique; soulever des craintes quant au nucléaire est suffisant pour empêcher son soutien. Les médias libéraux emploient non seulement les «experts» des organisations environnementales, mais des anciens chefs de la Nuclear Regulatory Commission (NRC) nommés quand les Démocrates étaient au pouvoir..

Ces têtes pensantes du CNRC sont des professionnels bons parleurs avec un boniment qui a été perfectionné au fil des ans. Et ils ont une feuille de route. Le CNRC, en dépit de ses nombreux employés dévoués et capables, a été transformé par le haut en une organisation d'avocats qui prennent plusieurs mois ou années pour approuver même de simples ajustements des plans. Il est presque impossible de construire une centrale nucléaire aux Etats-Unis en moins de 10 ans, et ce n'est pas parce qu'un travailleur américain ne peut pas poser une brique sur l'autre aussi vite qu'un ouvrier chinois. Les anti-nucléaires savent que la meilleure façon de tuer l'énergie nucléaire est de la rendre plus coûteuse.

Compte tenu de cette situation, ma suggestion aux autres scientifiques, quand ils sont interrogés, est de diriger le public vers l'information scientifique valide, telle que la page «*Rayonnement 101*» écrit par Bob Hargraves .«*L'énergie durable –pas que du vent*» écrit par David MacKay fait comprendre les calculs comme dans la note ci-dessus, permettant ainsi au public de choisir entre les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire dans toute situation - il y a un rôle pour les deux.

Oui, quelques scientifiques affirment que les énergies renouvelables seules sont suffisantes, une position qui recueille les applaudissements. Quant à moi, je préférerais m'en tenir à la science et soigner mon verger. Malheureusement, la situation est différente de ce qu'elle était dans les années 1600, quand la religion faisait pression sur la science. L'urgence actuelle nous prive du luxe du silence. Galilée savait que la vérité sortirait finalement et personne ne serait lésé. Donc, il pouvait juste murmurer dans sa barbe " et pourtant elle tourne ! " Cela, je ne peux pas le faire.

Remerciements. Merci en particulier à Makiko Sato de son aide considérable pour les données et les figures, et Pushker Kharecha , Staffan Qvist , Armond Cohen , Tom Blees, Steve Brick , Jessica Lovering , Ashley Finan pour leurs données et suggestions utiles.

### Références :

- <sup>1</sup> United Nations Framework Convention on Climate Change, 1992: <http://www.unfccc.int>.
- <sup>2</sup> Hansen, J., M. Sato, P. Kharecha, D. Beerling, R. Berner, V. Masson-Delmotte, M. Pagani, M. Raymo, D.L. Royer, and J.C. Zachos, 2008: Target atmospheric CO<sub>2</sub>: Where should humanity aim? *Open Atmos. Sci. J.*, **2**, 217-231, doi:10.2174/1874282300802010217.
- <sup>3</sup> Hansen, J., P. Kharecha, M. Sato, V. Masson-Delmotte, F. Ackerman, D. Beerling, P.J. Hearty, O. Hoegh-Guldberg, S.-L. Hsu, C. Parmesan, J. Rockstrom, E.J. Rohling, J. Sachs, P. Smith, K. Steffen, L. Van Susteren, K. von Schuckmann, and J.C. Zachos, 2013: Assessing "dangerous climate change": Required reduction of carbon emissions to protect young people, future generations and nature. *PLOS ONE*, **8**, e81648, doi:10.1371/journal.pone.0081648. 16

- <sup>4</sup> Boden, T.A., G. Marland, and R.J. Andres. 2013. Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO<sub>2</sub> Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. doi 10.3334/CDIAC/00001\_V2013
- <sup>5</sup> BP Statistical Review of World Energy 2013 <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy-2013.html>
- <sup>6</sup> Peng, W., Pan, J., 2006: Rural electrification in China: history and institution. *China & World Econ.* **14**, 71-84.
- <sup>7</sup> Hansen J (2009) Storms of My Grandchildren. New York: Bloomsbury. 304 pp.
- <sup>8</sup> Oreskes N, Conway EM (2010) Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming. New York: Bloomsbury. 355 pp. [merchantsofdoubt.org](http://merchantsofdoubt.org)
- <sup>9</sup> World Bank, <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>
- <sup>10</sup> Crosley, D., 2013: Energy Efficiency in China, Regulatory Assistance Project, <http://www.raonline.org>
- <sup>11</sup> Hansen, J., M. Sato, P. Kharecha, and K. von Schuckmann, 2011: Earth's energy imbalance and implications. *Atmos. Chem. Phys.*, **11**, 13421-13449, doi:10.5194/acp-11-13421-2011.
- <sup>12</sup> <http://theconversation.com/china-roars-ahead-with-renewables-21155>
- <sup>13</sup> <http://www.catf.us/blogs/ahead/2014/01/17/renewables-coal-and-china-in-2013-headlines-versus-bottomlines/>
- <sup>14</sup> Yang, CJ, Jackson, RB, 2013: China's synthetic natural gas revolution. *Nature Clim Change*, **3**, 852-854.
- <sup>15</sup> Kharecha, P.A., and J.E. Hansen, 2013: Prevented mortality and greenhouse gas emissions from historical and projected nuclear power. *Environ. Sci. Technol.*, **47**, 4889-4895, doi:10.1021/es3051197.
- <sup>16</sup> U.S. Energy Information Admin. (2012) Annual Energy Review 2011, 370 pp. , [www.eia.gov/aer](http://www.eia.gov/aer)

(Traduction : Jean-Philippe Brette (AEPN), Bernard Durand et Jean Poitou (Sauvons Le Climat) –mars 2014