

► qui entrent notamment dans la composition de coquilles et squelettes calcaires. Ainsi, une diminution du pH serait significative sur la dissolution des coquilles d'aragonite (un carbonate) des ptéropodes (organismes vivant en pleine eau). On a observé une diminution en quinze ans de la calcification de coraux

“ Les espèces d'affinités froides, qui se réfugiaient dans le Nord lors des épisodes chauds naturels, ne pourront pas monter plus au nord : ces refuges deviennent des culs-de-sac qui constituent des pièges, prélude à leur extinction. ”

(*Porites*) de la Grande Barrière de corail d'Australie. En Méditerranée, à proximité de sources naturelles d'acidification dues au CO₂ rejeté par le volcanisme (en Grèce et en Italie), on observe des changements de végétation avec une diminution de l'importance des algues rouges calcifiées. Le coralligène de Méditerranée, construit par des algues calcaires rouges, pourrait être menacé (fig. 2).

CONCLUSIONS

Le réchauffement climatique va bouleverser la vie méditerranéenne. Il agit directement – hausse des températures – et indirectement – hausse du niveau marin et acidification. En outre, il n'agit pas seul. Il se combine en effet à d'autres impacts humains, comme l'introduction d'espèces, la surpêche et la destruction des habitats. Ce cocktail peut s'avérer beaucoup plus préoccupant que le seul réchauffement climatique. Attention : un train peut en cacher un autre. ■

*CHARLES-FRANÇOIS BOUDOURESQUE est professeur émérite à l'Institut méditerranéen d'océanologie, université Aix-Marseille et THIERRY THIBAUT est maître de conférences à l'Institut méditerranéen d'océanologie, université Aix-Marseille.

Tous les n° sont téléchargeables sur Le blog ! : revue-progressistes.org et sur [facebook](https://www.facebook.com/revueprogressistes) [revueprogressistes](https://www.facebook.com/revueprogressistes)

UNE TONNE ET DEMIE DE CO₂ PAR HABITANT ET PAR AN

Dans tous les pays, il faudrait réduire les émissions de CO₂ et gaz à effet de serre en dessous de 1,5 t par habitant et par an, et cela avant 2050. Or nous en sommes très loin. L'ignorer mettrait en péril notre mode de vie. Mais comment faire ?

PAR SÉBASTIEN BALIBAR*

Comme nous l'ont expliqué les climatologues du GIEC, il faudrait stabiliser la concentration de CO₂ dans l'atmosphère aux environs de son niveau actuel : 400 parties par million (400 ppm), avant la fin de ce siècle et faire de même pour tous les autres gaz à effet de serre que nous émettons. Or, dans toutes les émissions de ce CO₂, qui constitue le polluant principal, seulement la moitié est absorbée par les océans et la végétation ; l'autre moitié, environ 20 milliards de tonnes, s'accumule dans l'atmosphère. Et cela va continuer pendant plusieurs décennies, car on ne peut pas arrêter ces émissions du jour au lendemain. Pour décarboner la production d'énergie, on ne peut pas remplacer en un clin d'œil toutes les centrales à charbon, gaz ou pétrole par des barrages ou par des centrales nucléaires. On ne peut pas non plus capturer le CO₂ à la sortie de toutes les cheminées d'usines puis apprendre à le stocker de manière sûre sous le simple prétexte qu'on le souhaiterait, ni réduire la consommation d'énergie en isolant

“ Au nom de quoi certains auraient-ils le droit de polluer davantage que d'autres ? Je propose donc d'entamer une évolution vers un même droit pour tous : pas plus de 1,5 t par habitant à l'horizon 2050. ”

toutes les maisons d'un coup de plume, ni convaincre tous les habitants de la planète de prendre des tramways électriques au lieu de leur voiture à essence. Il est donc urgent de prendre des mesures rigoureuses pour modifier en profondeur nos modes de production et de consommation d'énergie, sachant qu'on n'empêchera pas la concentration de CO₂ dans l'atmosphère d'augmenter pendant

quelques décennies. Il faudrait qu'ensuite, dans la seconde moitié de ce siècle, les océans et la végétation absorbent davantage de CO₂ que ce que nous émettons. C'est ce qu'imagine le GIEC dans son scénario le plus optimiste. Il faudrait au moins tenter de s'en approcher¹.

DES RESPONSABILITÉS TRÈS INÉGALEMENT RÉPARTIES

Alors comment faire ? Le problème est à la fois scientifique, technique, économique et, évidemment, politique. On ne le résoudra pas sans mobilisation générale. Or les émissions de CO₂ sont très inégalement réparties entre pays.

Lorsque les États-Unis nous répètent que les émissions de la Chine sont de 50 % plus élevées que les leurs, ils feignent d'ignorer que leur population atteint 314 millions d'habitants, contre 1,35 milliard de Chinois. Les 34 pays de l'OCDE (1,25 milliard d'habitants) émettent 50 % de plus que la Chine. Même s'il est évident qu'on ne résoudra rien sans un accord entre au moins la Chine et l'OCDE (dont les États-Unis), puisque l'ensemble représente 65 % du total des émissions, tout doit commencer par une comparaison de la manière dont on produit et consomme de l'énergie dans chaque pays. Pour cela, ce sont bien les émissions par habitant qu'il faut regarder et, pour simplifier, considérons les émissions liées au trio pétrole-gaz-charbon (*voir graphique ci-contre*), parce qu'elles constituent 86 % de l'ensemble et que la déforestation pose des problèmes spécifiques. L'objectif est donc 1,5 t par habitant et par an. La moyenne mondiale est aujourd'hui le triple. Mais à qui la faute ?

Proche de la moyenne, on trouve la Chine, mais ses émissions augmentent très vite : + 21,5 % de 2012 à 2013 ! Dans la moyenne mondiale, la France, grâce à son nucléaire, et surtout la

Suède, grâce aussi à son nucléaire mais aussi à ses nombreux barrages hydroélectriques, et surtout à sa politique exemplaire de taxes carbone. Quant aux pays pauvres, comme l'Éthiopie, leurs émissions sont négligeables, et le resteront longtemps. Il faudra cependant les aider à décarboner leur production d'énergie. On voit surtout que presque tous les pays sont au-dessus de l'objectif à atteindre, certains très largement au-dessus, mais que tous devront faire des efforts, et qu'un accord mondial est donc nécessaire.

LES DROITS DE L'HOMME

Il faut savoir que dans les conférences internationales de la série COP les décisions sont prises à l'unanimité. On peut le regretter, mais c'est un fait. Obtenir un consensus universel entre les 195 pays qui participeront à la COP21 de Paris sera donc extrêmement difficile. Ou bien on laisse chaque pays libre de définir lui-même ce qu'il souhaite faire, ou bien on revient aux grands principes. D'après la Déclaration universelle des droits de l'homme, « *Tous les êtres humains naissent libres et égaux en dignité et en droits* ». Au nom de quoi

certains auraient-ils le droit de polluer davantage que d'autres ? Je propose donc d'entamer une évolution vers un même droit pour tous : pas plus de 1,5 t par habitant à l'horizon 2050. Peut-être en viendra-t-on un jour à adopter ce principe. Mais, pour l'heure, les pays ont plutôt choisi la première solution. Chaque pays a donc fait les propositions qui lui convenaient le mieux. Le résultat est que, sauf exception, ces propositions sont très insuffisantes. Par exemple, la Chine ne propose de réduire ses émissions qu'à partir de 2030. Ce sera beaucoup trop tard. C'est apparemment la date à laquelle ses mines de charbon vont commencer à s'épuiser. Cet immense pays a beau construire des barrages et des centrales nucléaires, il risque de déstabiliser le climat à lui seul.

Et les États-Unis ? On a entendu les médias féliciter Barak Obama lorsqu'il a promis de réduire les émissions états-uniennes de 28 % à l'horizon 2025. Cela pourrait paraître ambitieux, en fait c'est beaucoup moins que la France ou l'Allemagne. Au lieu de prendre 1990 comme référence, comme l'Europe dans la continuité

du protocole de Kyoto, Obama prend 2005, année record où leurs émissions avaient atteint 19 % de plus qu'en 1990. En conséquence, la réduction proposée n'est que de 15 % par rapport à 1990, ce qui n'engage pas le pays vers 1,5 t par habitant en 2050. En fait, cette timide diminution doit simplement correspondre au remplacement de leur charbon par leurs gaz de schistes.

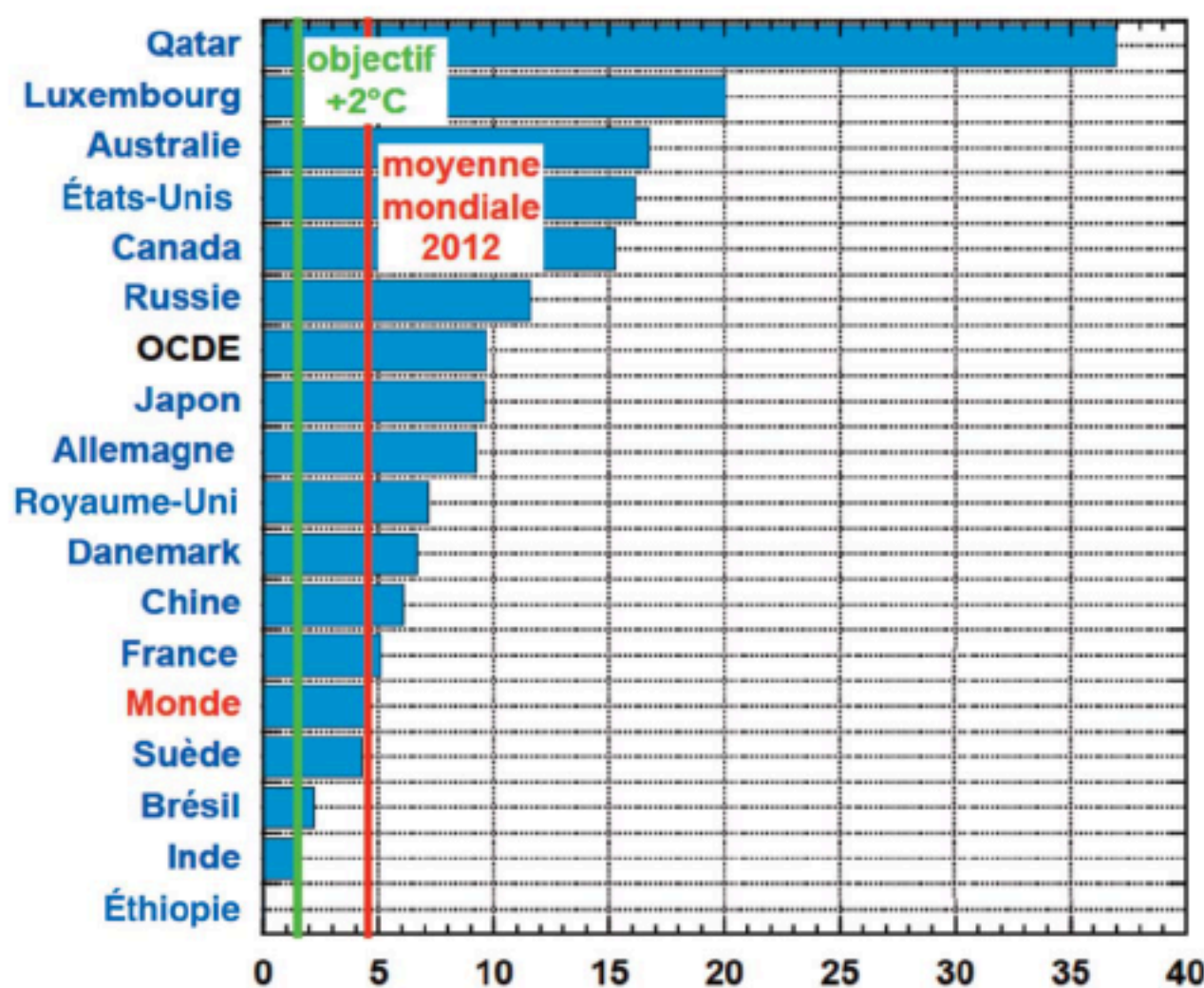
Il faut donc décoder les chiffres. On voit aussi où mène la liberté de choisir chacun ses objectifs. Un début d'accord aurait le mérite de reconnaître enfin que le réchauffement est là et exige une action immédiate. Mais il faudrait corriger toutes ces promesses à la hausse dès la conférence suivante. Espérons donc que la COP21 maintiendra le rythme d'une conférence par an, car 2014 a battu tous les records de température et 2015 s'annonce déjà pire.

QUELLE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ?

S'engager à réduire ces émissions est une chose, y réussir en est évidemment une autre.

Les pays diffèrent par leur situation géographique, leurs moyens financiers, leur culture. Si tous s'engagent à réduire vigoureusement leurs émissions de CO₂, il faut les laisser libres de choisir comment y parvenir. Il s'agit essentiellement de « décarboner » l'énergie, c'est-à-dire de produire une énergie que l'on consommera sans émettre de CO₂. Il y a deux moyens à combiner pour cela. Pour ceux qui souhaitent continuer à brûler du pétrole, du gaz ou du charbon, il faut capturer le CO₂ et le stocker ensuite. Cela paraît difficile sur le pot d'échappement de chaque véhicule, mais cela peut se faire sur les centrales « à flamme » qui brûlent ces combustibles fossiles. Le prix de production du kilowattheure augmenterait d'environ 50 % et resterait très inférieur à celui des éoliennes. Le problème principal est le stockage : où stocker et comment s'assurer que le CO₂ ne s'échappera pas ? Il faut donc faire de la recherche sur ce problème, mais il serait bon, dès maintenant, d'imposer que toute nouvelle centrale à flamme soit équipée d'un système de capture/stockage. ▶

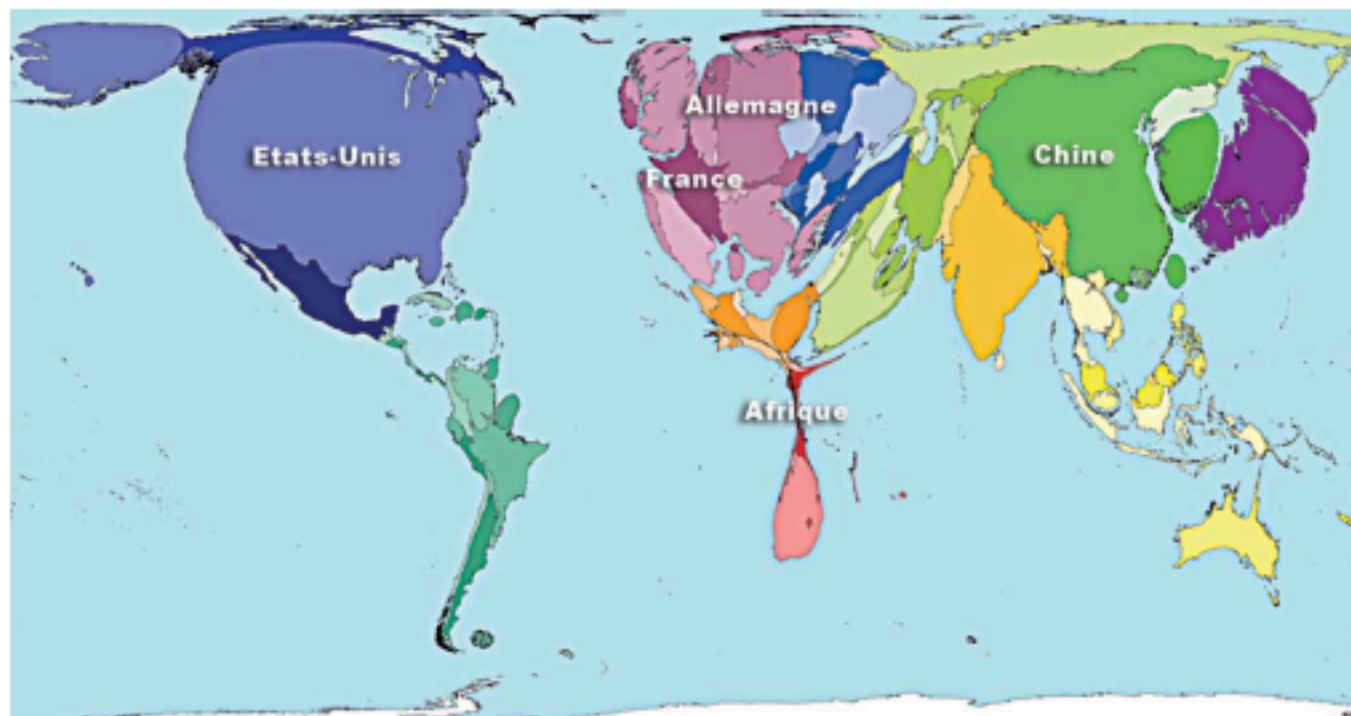
Émissions, en tonnes de CO₂, par habitant et par pays



► L'autre moyen est de développer tout le reste: hydroélectrique, nucléaire, éolien, solaire, biomasse, etc. Certains pays, comme la France, ont déjà construit des barrages presque partout où c'était possible. Il faut se féliciter des efforts de la Chine et du Brésil dans cette direction. Le nucléaire exige un contrôle aussi permanent que rigoureux de la sûreté, ce qui me semble réalisé en France grâce à notre Autorité de sûreté nucléaire. Mais on a vu à Tchernobyl puis à Fukushima ce qui pouvait se passer si les réacteurs étaient exposés au risque d'erreurs humaines, de tremblements de terre majeurs et, surtout, des raz de marée, sans oublier l'abandon de la production à des sociétés privées qui cherchent à maximiser leurs profits.

En ce qui concerne les renouvelables, la comparaison France-Allemagne est particulièrement instructive. La France a abandonné le charbon au profit du nucléaire à la fin des années 1970, contrairement à l'Allemagne, qui l'a gardé; c'est la principale raison pour laquelle les Allemands émettent presque deux fois plus de CO₂ que les Français. Et cela continue. Récemment, l'Allemagne a beaucoup développé l'éolien et le photovoltaïque. Mais ces renouvelables sont intermittents et l'on ne sait pas stocker l'électricité en grande quantité. Les éoliennes ne tournent pas s'il y a trop de vent ou pas assez; elles ne produisent en moyenne qu'environ 20 % de leur puissance nominale (le photovoltaïque 12 %).

Les barrages comme celui de Grand'Maison en France peuvent remonter l'eau en période de surproduction et la redescendre en période de surconsommation, mais il y a peu de stations de pompage de ce type, surtout en Allemagne, et la modulation des autres barrages ne suffit pas non plus à encaisser les fluctuations de production. Donc, chaque fois que ces renouvelables s'arrêtent, il faut allumer rapidement quelque chose. Les Allemands ont développé leurs centrales au lignite à mesure qu'ils installaient des éoliennes. La place du lignite dans le mix électrique allemand a augmenté dans la période récente, passant de 23 % en 2010 à 25,5 % en 2013. Le recours à ces renouvelables ne fait



Volumes d'émissions de CO₂ par pays (ici, la taille des pays et des continents est rapportée au volume d'émissions [NDLR]).

pas diminuer leurs émissions de CO₂. Lorsqu'ils prétendent dans leur *Energiewende* réduire leurs émissions de 40 % en 2020 et de 80 à 90 % en 2050, c'est le bon objectif, mais ils ne s'en donnent pas les moyens. Prétendre à la fois supprimer tous leurs réacteurs nucléaires en 2022 et faire passer la part des renouvelables à « au moins 80 % » en 2050 suppose des ruptures technologiques imaginaires.

On a l'impression que les politiques de transition énergétiques sont plus souvent guidées par des considérations électorales que par des analyses scientifiques. Il en est de même en France, où l'on prévoit à la fois une réduction du nucléaire à 50 % et une augmentation des renouvelables à 40 % de la production électrique. En fait, il ne me semble pas possible d'inclure plus de 10 % de renouvelables intermittents dans le mix électrique. Pas possible non plus de réduire la consommation d'énergie de 50 % ni de réduire la production d'électricité alors que c'est la seule énergie que l'on peut espérer décarboner.

« Si tous s'engagent à réduire vigoureusement leurs émissions de CO₂, il faut laisser les pays libres de choisir comment y parvenir. »

Comment résoudre au moins une partie de ces difficultés? L'exemple suédois est intéressant. En instaurant des taxes carbone qui ont progressivement augmenté (de 27 € la tonne dans les années 1970 à 117 €

en 2009), ils ont réussi à réduire continuellement leurs émissions sans incidence sur leur niveau d'activité et de richesse. En Suède, on émet 30 g de CO₂ par kilowattheure produit, en France 79, en Allemagne 461, aux États-Unis 522 et en Chine 766. Voilà les chiffres qui incitent à créer un système de taxes carbone universel, qui devrait à la fois pousser les pays riches et gros pollueurs à changer de politique énergétique et offrir aux pays pauvres de quoi produire de l'énergie propre. Ce système devrait être contrôlé par une autorité internationale dotée de pouvoirs contraignants. Combiner des taxes carbone avec un marché de permis d'émissions n'est pas impossible, mais supposerait un contrôle du marché par la même autorité afin d'empêcher tricheries et dérives comme on en a connu en Europe. Mais, évidemment, organiser la solidarité mondiale autour d'une telle autorité supranationale a de quoi choquer plus d'un pays comme les États-Unis. Cela représenterait une véritable révolution, mais nous en avons besoin. ■

*SÉBASTIEN BALIBAR est physicien, chercheur à l'École normale supérieure (Paris), membre de l'Académie des sciences.

1. Pour une analyse détaillée, voir S. Balibar *Climat : y voir clair pour agir*, Le Pommier, 2015.

Tous les n° sont téléchargeables sur **Le blog ! : revue-progressistes.org** et sur **facebook revueprogressistes**