

L'ANTHROPOCÈNE¹, RÉALITÉ OU NON ?

« SAPIENS ET CLIMAT ; une histoire bien chahutée »

d'Olivier POSTEL-VINAY

(La Cité, sept. 2022)

« CLIMAT, LA PART D'INCERTITUDE »

de Steven E. KOONIN

(L'Artilleur, oct. 2022)

Note préalable : dans le contexte de crise énergétique, particulièrement grave en France puisque le pouvoir exécutif communique de plus en plus pour préparer la population à la probabilité de subir des coupures d'électricité au cours de l'hiver qui commence, il se trouve qu'Yves Bréchet, ancien Haut-commissaire à l'Énergie atomique et membre de l'Académie des sciences a tenu à l'Assemblée nationale en la fin de ce mois de novembre 2022 un propos important que nous donnons en annexe grâce à La revue politique et parlementaire.

Depuis maintenant plusieurs années, beaucoup considèrent que les changements climatiques auxquels on assiste, qui deviennent indéniablement à la fois plus violents et plus fréquents, sont essentiellement le résultat des activités humaines : l'anthropocène succéderait donc à l'holocène².

Ce thème de la responsabilité de l'activité économique humaine dans le dérèglement climatique fait l'objet de très nombreuses recherches et publications.

- ➔ Je citerais par exemple « L'événement anthropocène » de Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz, paru en 2013 aux éditions du Seuil et, plus récemment, l'important « Dictionnaire critique de l'Anthropocène » que les éditions du CNRS ont publié en 2020.
- ➔ En 2013 aussi, « Planèteviable.org » faisait paraître un article de Thierry Lefèvre, de l'Université de Montpellier, sur « Les activités humaines, leurs impacts, la crise environnementale globale et les crises humaines » dans lequel on trouve ce schéma qui se veut récapitulatif :

¹ « Il semble approprié de nommer "anthropocène" l'époque géologique présente, dominée à de nombreux titres par l'action humaine » (Paul Crutzen, Prix Nobel de chimie 1995 ; « Geology of mankind », Nature 3/1/2002).

² L'anthropocène pourrait avoir commencé à la fin du 18^{ème} siècle, époque à laquelle les analyses de l'air piégé dans les glaces polaires montrent un début d'augmentation des concentrations en CO₂ et en méthane. Mais même cette vision est controversée, comme par exemple par le paléoclimatologue américain William Ruddiman qui fait remonter le réchauffement climatique aux débuts de l'agriculture, donc il y a plusieurs millénaires.

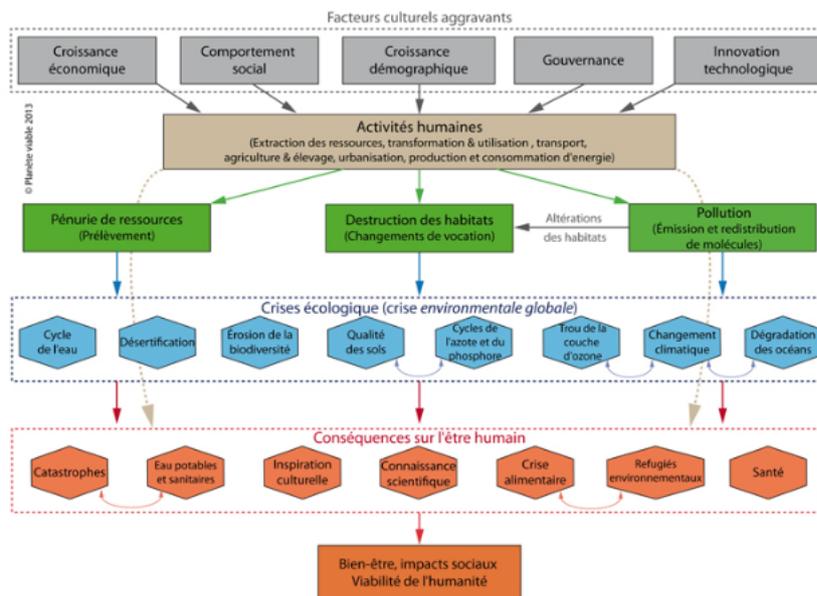


Schéma des liens entre les activités humaines et les facteurs « culturels » qui les aggravent, leurs conséquences directes (impacts directs), les crises environnementales que des dernières engendrent et leurs conséquences humaines. Certains existants entre les divers paramètres sont indiqués par des flèches à titre indicatif.

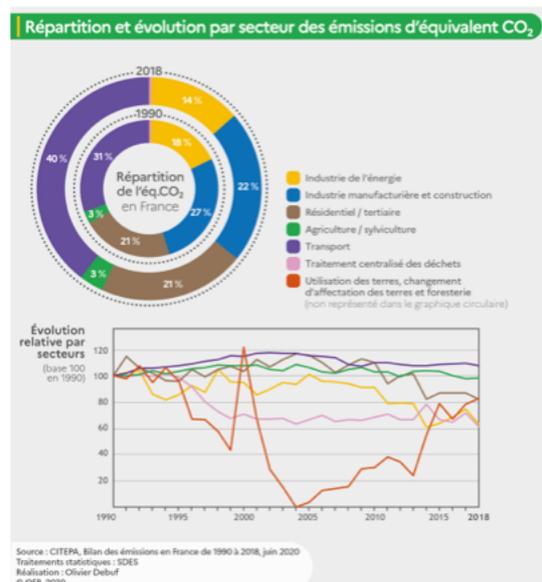
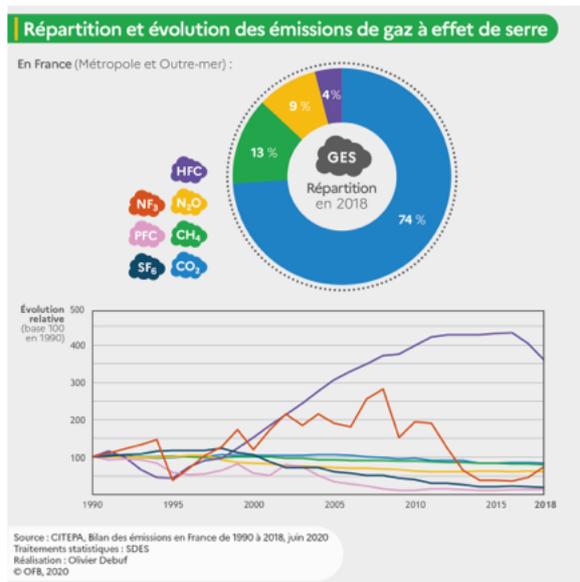
On y trouve aussi une présentation synthétique des huit crises environnementales, interconnectées, dont souffre de plus en plus notre planète :

- « L'érosion de la diversité biologique (incluant la perte des services écosystémiques)
- La dégradation des océans (notamment l'acidification)
- Le réchauffement planétaire et les changements climatiques (incluant la hausse du niveau des océans)
- L'altération des cycles biogéochimiques (azote, phosphore, eau)
- La diminution de la qualité des sols
- La déforestation
- La désertification
- Raréfaction de l'ozone stratosphérique (trou de la couche d'ozone),

lesquelles crises environnementales engendrent elles-mêmes des crises humaines :

- La réduction de la disponibilité, de l'accès et de la qualité de l'eau potable
- L'accès aux soins sanitaires
- La crise alimentaire
- Les réfugiés environnementaux (réfugiés climatiques)
- Les catastrophes environnementales (inondations, sécheresses, etc.)
- La menace pour la santé (maladies pulmonaires, cardiovasculaires, perturbation du système hormonal et du système nerveux, cancers, problèmes respiratoires et neuropsychiatriques, altération du développement fœtal et du système immunitaire, maladies endocriniennes et dysfonction de la reproduction)
- Les pertes pour la culture et la science ».

→ En 2021, la Fondation pour la recherche sur la biodiversité et l'Office français de la biodiversité publient un travail d'expertise et de synthèse sur « indicateurs et outils de mesure pour évaluer l'impact des activités humaines sur la biodiversité ». On trouve cet important travail sur le site de « naturefrance.fr », de même d'ailleurs qu'un article sur « les conséquences des activités économiques » où il est affirmé notamment que « l'empreinte écologique de l'humanité a augmenté de plus de 190% entre 1970 et aujourd'hui ». On y trouve aussi les schémas suivants :



→ Jean-Marc Jancovici, auteur de plusieurs ouvrages sur le sujet, dont « Dormez tranquilles jusqu'en 2100 » (Odile Jacob, 2015) consacre sur son site un article intitulé « La responsabilité de l'homme est-elle établie pour le surplus de CO₂ dans l'air ? » où il dit clairement et honnêtement : « qu'est-ce qui permet de dire que l'homme est bien pour quelque chose dans l'augmentation – non contestée, elle – qui est actuellement observée ? Dans cette affaire, les scientifiques travaillent comme un (bon) magistrat : ils se basent sur “un faisceau d'indices concordants”, en éliminant progressivement toute cause qui ne peut expliquer ce qui est observé ». Son étude se conclut alors par cette conviction : « Pour le CO₂, la concentration jamais atteinte depuis 650.000 ans au moins, le rythme inconnu jusqu'alors de l'augmentation de sa concentration, et les confirmations par les analyses isotopiques et la variation anticorrélée de l'oxygène permettent d'affirmer que c'est bien l'homme et en particulier ses activités “modernes” qui est la cause de l'augmentation de ce gaz dans l'atmosphère ». Et il en serait de même pour le méthane.

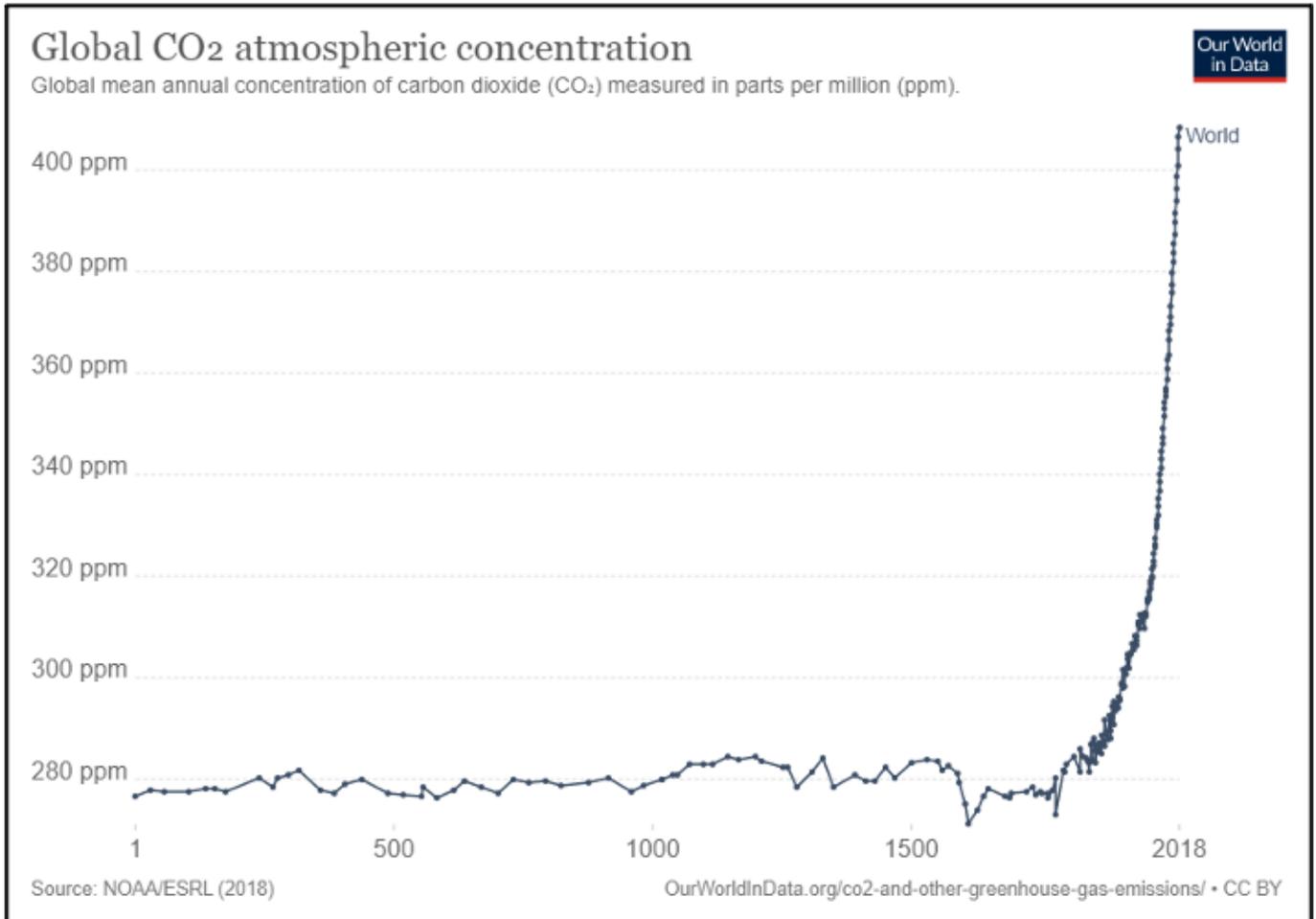
Ce constat et ces conclusions alarmantes soulèvent malgré tout **trois questions** sur le fait que l'on serait ainsi passé de l'holocène à l'anthropocène, donc sur la cause essentiellement anthropogénique des dérèglements climatiques actuels.

La première question est de savoir si on ne serait pas entré dans le « capitalocène » plutôt que dans l'anthropocène.

- Dans un article du 7 septembre 2021, Nicolas Viens, de l'IRIS (Institut de recherche et d'informations socioéconomiques) semble répondre positivement à cette question à partir même du dernier rapport du GIEC. Citons quelques extraits de l'article de N. Viens :

« Certains scientifiques estiment qu'une nouvelle époque aurait débuté autour du 18^e siècle, soit à la suite de la révolution industrielle. Cette période historique est marquée par une hausse colossale des émissions de GES (voir graphique 1) et du degré d'intensité de l'exploitation des ressources naturelles. Depuis, nous serions entrés dans l'anthropocène, « l'ère de l'humain ».

Graphique 1 : Concentration atmosphérique de CO₂, 0-2018



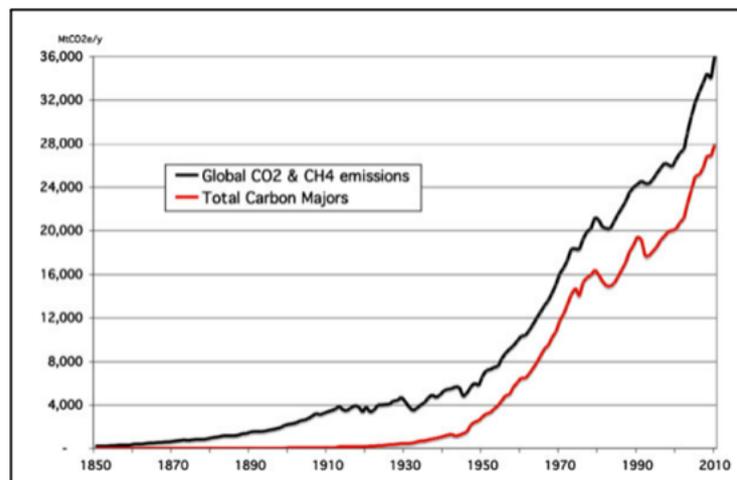
Source : NOAA, [World in Data](#), 2018.

Cet argument n'est que partiellement exact. D'un côté, l'attention qu'il dirige vers les effets destructeurs des activités humaines sur la planète est louable, d'autant plus que certains doutent toujours de leur ampleur. De l'autre, si les humains étaient la cause principale du réchauffement climatique, il serait possible de voir une forte corrélation entre la croissance de la population humaine et la hausse des émissions de GES – ce qui est loin d'être le cas. Entre 1820 et 2010, alors que la population mondiale a été multipliée par 6,6, les émissions de GES, elles, sont devenues 658 fois plus importantes durant la même période.

Les données varient encore plus entre les pays. Une étude de David Satterthwaite, de l'Institut international de développement durable, a comparé les taux de croissance des émissions de GES de plusieurs pays et de leur population selon leur niveau de revenu. L'étude révèle qu'il n'y a aucun lien entre ces taux. De plus, on s'aperçoit que les pays à haut revenu, incluant les États-Unis, le Canada et ceux de l'Union européenne, génèrent des émissions de GES de façon disproportionnée par rapport à la taille de leur population. Plus encore, ces disparités importantes entre pays à haut et bas revenu sont étroitement liées, l'appauvrissement de ces derniers contribuant à l'enrichissement des premiers. (...)

Par ailleurs, ces données occultent les importantes inégalités en matière d'émissions qui existent à l'intérieur même de ces pays. Il a en effet été démontré que 63 % des émissions mondiales générées entre 1854 et 2010 ont été causées par un groupe de seulement 90 entreprises et sociétés détenues par des investisseurs ou nationalisées (graphique 4). À eux seuls, les 20 plus grands investisseurs au monde sont responsables d'environ 30 % de toutes les émissions de GES produites depuis 1751. À l'inverse, les 2,6 milliards d'humains les plus pauvres de la planète en produisent si peu qu'ils pourraient disparaître immédiatement sans entraîner de baisse notable du niveau mondial d'émission.

Graphique 4 : émissions de GES mondiales (noir) et émissions de GES du groupe de 90 corporations (rouge), 1850-2010



Source : Heede, 2014.

Ces études montrent clairement que certains êtres humains sont nettement plus responsables de la crise climatique actuelle que d'autres. Plus précisément, cette dernière serait (et continue d'être) causée par une élite économique qui, depuis la révolution industrielle, gagne à exploiter les ressources naturelles pour son propre bénéfice, et ce, sans pratiquement aucune considération pour la préservation de l'environnement à long terme. Nous ne serions donc pas à l'époque géologique de l'anthropocène ; nous serions plutôt entrés dans le capitalocène, l'ère du capital.

Alors, est-ce que la crise climatique résulte des activités humaines ? Oui, "sans équivoque", pour reprendre les mots du rapport du GIEC. Néanmoins, il serait plus précis et approprié de stipuler que ce sont les membres de la classe capitaliste, ceux qui forment l'élite économique des pays riches, qui sont les plus à blâmer. Mais comme l'explique Heede, "la plupart des analyses considèrent la responsabilité des changements climatiques en termes d'États". Dès lors, se pencher sur les émissions générées par les entreprises plutôt que par les États-nations est une approche qui "donne l'occasion à ces entités de faire partie de la solution plutôt que de spectateurs passifs (et rentables) à la poursuite du dérèglement climatique" (2014, p. 238, traduction libre). Cette approche permet de saisir beaucoup mieux les enjeux sociaux et économiques qui sous-tendent la crise écologique en cours ».

Comme le disait en juin 1968 le Général de Gaulle, « Non ! Le capitalisme, du point de vue de l'homme, n'offre pas de solution satisfaisante ».

- Fin avril 2022, les Éditions critiques publient en français l'ouvrage qu'ont fait paraître les Américains John Bellamy Foster et Brett Clark deux ans plus tôt. Le titre en est : « Le pillage de la nature » et la présentation qu'en fait l'éditeur est la suivante :

« Réchauffement climatique, déforestation, disparition des espèces, chacun s'alarme des catastrophes écologiques présentes ou à venir mais peu remettent en cause le système qui les a provoquées : le capitalisme.

Reconnus comme des figures majeures de l'écomarxisme, John Bellamy Foster et Brett Clark explorent les œuvres de Marx et Engels afin d'élaborer une écologie politique matérialiste et dialectique. Cette approche originale alliant l'histoire, l'économie, la science et la politique déploie la question environnementale dans toute sa variété allant de l'agriculture à la maltraitance animale, en passant par l'alimentation et l'éco-impérialisme.

Leur critique à la fois féroce et méticuleuse vise non seulement le néolibéralisme mais aussi l'écologie réformiste qui s'accommode également de l'ordre capitaliste bourgeois. Dévoilant le lien entre dégradation écologique et domination sociale ils posent les bases d'une lutte révolutionnaire où l'émancipation implique la fin d'une double exploitation : celle des êtres humains et de la nature.

Car s'il s'agit bien d'en finir avec le pillage de la nature, les auteurs n'oublient pas que celui-ci est inhérent au pillage de l'existence humaine, à travers différentes formes d'oppression liées à la classe, la race et le genre.

Pris dans le processus capitaliste d'épuisement de la nature, être une chose vivante c'est toujours être un objet de l'expropriation ».

Bertrand Vaillant fait pour le compte de « La vie des idées » une présentation critique (au sens noble du terme) de cet ouvrage à laquelle il donne le titre « Le capitalisme écocidaire ».

On y lit notamment, « Pour les auteurs, le retour à Marx, penseur de la séparation de l'homme et de la nature dans le capitalisme, est la voie nécessaire d'une écologie émancipatrice et de la lutte révolutionnaire qu'elle implique. (...) Le capitalisme, conformément aux intuitions du « Marx écologiste », mais sans doute plus profondément encore, ne peut s'abstenir de détruire sans retour des portions toujours plus grandes de la nature dont il a pourtant besoin, sapant ainsi ses propres bases à long terme. Mais les auteurs ne tombent pas pour autant dans un attentisme naïf qui consisterait à espérer cet effondrement imminent : ils s'efforcent au contraire de montrer combien le capital pourrait tirer parti de la raréfaction des ressources, qui permettra leur privatisation et leur revente avec profit – le tout au nom de la soi-disant “tragédie des communs” théorisée par Hardin, hypothèse très contestée selon laquelle les biens communs seraient toujours l'objet d'une surexploitation, que seule leur privatisation pourrait empêcher. Foster et Clark reviennent utilement pour cela au paradoxe formulé par Lauderdale au tout début du XIXe siècle (ch. VI) : “Autrement dit, la rareté est une exigence nécessaire pour que quelque chose ait une valeur en échange, et pour augmenter les fortunes privées. Mais ce n'est pas le cas de la richesse publique, qui englobe toute valeur dans l'usage, et inclut ainsi ce qui est rare, mais aussi ce qui est abondant. Ce paradoxe a conduit Lauderdale à affirmer que les augmentations de rareté pour des éléments de vie, jusque-là abondants, mais nécessaires tels que l'air, l'eau et les aliments, si on leur attachait alors des valeurs d'échange, amélioreraient les fortunes privées individuelles, et donc les richesses du pays – conçues comme « la somme totale des fortunes individuelles » - mais uniquement au détriment de la richesse commune. (p.155) “. L'économie classique a rejeté ce paradoxe en refusant de tenir compte de la valeur d'usage, ne considérant exclusivement, à la suite d'Adam Smith et de Jean-Baptiste Say, que la valeur d'échange, et considérant les ressources naturelles comme des forces gratuites n'entrant pas dans le calcul économique. Des écologistes comme E.F. Schumacher (*Small is Beautiful*, 1973) ou David Harvey (*Marx, Capital and the Madness of Economic Reason*, 2017) ont fait le reproche à Marx d'avoir lui-même concentré ses analyses sur la production de valeur d'échange et de n'accorder aucune valeur à la nature. Les auteurs rappellent qu'au contraire Marx souligne, dans la *Critique du programme de Gotha*, que : “Le travail n'est pas la source de toute richesse. La nature est tout autant la source des valeurs d'usage (et ce sont bien elles qui constituent de fait la richesse) que le travail, qui n'est lui-même que l'expression d'une force naturelle, la force de travail humain“. L'aveuglement écologique d'une économie qui ignore la valeur d'usage se retrouve également, pour les auteurs, dans les propositions des écologistes qui entendent réguler la destruction capitaliste en attribuant un prix aux vivants, aux écosystèmes, aux conditions élémentaires de la vie telles qu'une eau potable et un air respirable, ou voient dans l'augmentation du prix de ces ressources la fin programmée du capitalisme. Dans leur chap. IX, “La valeur n'est pas tout“, ils poursuivent ainsi un débat virulent entamé depuis au moins 2017 avec le penseur écologiste Jason W. Moore, auteur du *Capitalisme dans la toile de la vie*, et critique sévère du concept fostérien de “rupture métabolique“ comme étant excessivement “ dualiste“ et “cartésien“. Moore développe dans son ouvrage une analyse optimiste de l'histoire du capitalisme puisque celui-ci, dépendant de l'accès à une nature bon marché, approcherait de sa fin à mesure qu'il cause le renchérissement des ressources. Foster et Clark proposent une critique convaincante de ces théories qui refusent à la nature toute autonomie pour l'intégrer entièrement à un capitalisme-monde, et pensent en termes capitalistes lorsqu'ils cherchent à lui attribuer une valeur économique, fût-elle très élevée. Ils rappellent que des débats semblables avaient déjà préoccupé Marx et Engels face aux physiocrates, mais aussi aux premières tentatives d'intégrer l'énergie naturelle à l'économie marchande via la thermodynamique. En un mot, pour les auteurs : “Les oiseaux chanteurs disparaissent parce que leurs habitats sont détruits par l'expansion historique du système – pas simplement parce qu'ils sont considérés “sans valeur“ du point de vue du marché.“ (p. 237) ».

Dans sa conclusion, Bertrand Vaillant fait une sorte de bilan critique, notamment dans ces lignes :
« (...) Les concepts de « rupture métabolique », d'expropriation de la nature, de dialectique exploitation (au cœur du système) / expropriation (aux frontières) sont toutefois précieux pour mettre en évidence le caractère intrinsèquement écocidaire du capitalisme, et fournissent une grille de lecture pertinente de la façon dont nos sociétés se rapportent à leurs conditions naturelles d'existence. Même si l'analyse est surtout critique et générale, elle recentre la lutte écologique sur un adversaire concret, le capitalisme, plutôt que d'en appeler seulement à un changement encore plus général de vision du monde ou d'ontologie. Elle fixe un cap aux mouvements écologistes aussi bien que socialistes, bordé par les écueils à éviter : la société nouvelle devra réguler rationnellement ses rapports avec la nature par une forme de planification tout en restant démocratique, supprimer le gâchis capitaliste de valeur et de ressources et notamment l'énorme gaspillage de la publicité, revenir sur l'extrême division du travail et retrouver les moyens de produire moins et mieux, en développant "de nouvelles possibilités de travail non aliéné et d'art sur le lieu de travail, qui permettent de récupérer à un niveau supérieur ce qui a été perdu avec la disparition de l'artisan" (p. 185), sans tomber dans l'utopie nostalgique, inventer une économie qui tienne compte des limites du système Terre et ne réduise pas la richesse à la valeur d'échange, remettre au cœur de la production la valeur d'usage et avec elle tout le travail de reproduction sociale aujourd'hui invisibilisé, et faire de la préservation de la santé humaine et animale un objectif central. Tout cela en inventant une forme nouvelle du métabolisme entre la société et la nature, une nouvelle étape d'une relation dialectique qui n'est pas vouée à un accroissement fatal et désespérant de la domination technique. (...) ».

La deuxième question est de se demander si les résultats des recherches confirment toutes et de la même manière le caractère anthropogénique de l'évolution actuelle du climat.

- La réponse à cette question pourrait apparaître comme entendue quand on lit des articles et des livres comme ceux de Christophe Bouton, son article paru mi-novembre 2022 dans « Le Grand Continent », intitulé « Pour une anthropologie de l'Anthropocène » et son livre, « L'accélération de l'histoire ; des lumières à l'Anthropocène », paru au Seuil le 20 mai de la même année. Dans l'introduction de l'article, où une discussion intéressante est menée sur la notion même d'anthropocène, qui, au passage, amène l'auteur à trouver pertinente la notion de « capitalocène », on lit par exemple : « Le problème n'est plus de savoir pourquoi on observe un réchauffement global de la planète - l'origine anthropique de celui-ci ne fait plus aucun doute parmi les experts [et il cite le 1^{er} volet du 6^{ème} rapport du GIEC paru le 6 août 2021] – mais comment réduire le plus vite possible les émissions de gaz à effet de serre pour atteindre l'objectif de neutralité carbone vers le milieu du siècle ». L'intérêt de l'analyse de Christophe Bouton est de se situer dans l'histoire longue (en montrant comment on est allé de l'homo faber à l'homo colossus en passant par l'homo consumens, pour souhaiter l'arrivée de l'homo continens), comme le font aussi les travaux évoqués plus loin mais qui lui portent en quelque sorte, précisément, la contradiction.

- Le consensus scientifique ne semble pas pourtant complètement assuré quand on lit par exemple dans le volume 152 de « Global and Planetary Change » de mai 2017 l'étude d'Hermann Harde, « Scrutinizing the carbon cycle and CO₂ residence time in the atmosphere », dans l'introduction de laquelle on lit : « Les climatologues supposent que le cycle du carbone est déséquilibré en raison de l'augmentation des émissions anthropiques provenant de la combustion de combustibles fossiles et du changement d'utilisation des terres. Ceci est rendu responsable de l'augmentation rapide des concentrations atmosphériques de CO₂ au cours des dernières années, et on estime que l'élimination des émissions supplémentaires de l'atmosphère prendra quelques centaines de milliers d'années. Étant donné que cela s'accompagne d'un effet de serre croissant et d'un réchauffement climatique supplémentaire, une meilleure compréhension du cycle du carbone est d'une grande importance pour toutes les prévisions futures du changement climatique. Nous avons examiné ce cycle de manière critique et présentons un concept alternatif, pour lequel l'absorption de CO₂ par les puits naturels est proportionnelle à la concentration de CO₂. En outre, nous considérons les taux d'émission et d'absorption naturels dépendant de la température, par lesquels les variations paléoclimatiques du CO₂ et le taux de croissance réel du CO₂ peuvent bien être expliqués. La contribution anthropique à la concentration réelle de CO₂ est de

4,3 %, sa fraction à l'augmentation de CO₂ au cours de l'ère industrielle est de 15 % et le temps de résidence moyen de 4 ans ». Ces dernières lignes sont capitales pour notre sujet !

• Dans leur article publié en août 2020, « How Much Human-Caused Global Warming Should We Expect with Business-As-Usual (BAU) Climate Policies ? A Semi-Empirical Assessment », R. et M. Connolly, Robert M. Carter et Willie Soon écrivent dans leur introduction :

« Afin d'évaluer les mérites des politiques nationales d'atténuation du changement climatique, il est important de disposer d'un point de repère raisonnable sur l'ampleur du réchauffement climatique d'origine humaine qui se produirait au cours du siècle à venir dans des conditions de « business-as-usual » (BAU). Cependant, actuellement, les décideurs politiques sont limités à faire des évaluations en comparant les projections du modèle climatique mondial (GCM) du changement climatique futur selon différents « scénarios », dont aucun n'est explicitement défini comme BAU. De plus, toutes ces estimations sont des projections de modèles informatiques ab initio, et les décideurs ne disposent pas actuellement d'estimations empiriques équivalentes à des fins de comparaison. Par conséquent, les estimations du réchauffement global futur total causé par l'homme à partir des trois principaux gaz à effet de serre préoccupants (CO₂, CH₄ et N₂O) jusqu'en 2100 sont ici dérivées pour les conditions BAU. Une approche semi-empirique est utilisée qui permet des comparaisons directes entre les estimations basées sur le MCG et les estimations dérivées empiriquement. Si la sensibilité du climat aux gaz à effet de serre implique une réponse climatique transitoire (TCR) $\geq 2,5$ °C ou une sensibilité climatique à l'équilibre (ECS) $\geq 5,0$ °C, alors l'objectif de l'Accord de Paris de 2015 est de maintenir le réchauffement climatique causé par l'homme en dessous de 2,0 °C aura été rompu au milieu du siècle sous le BAU. Cependant, pour un TCR $< 1,5$ °C ou un ECS $< 2,0$ °C, l'objectif ne serait pas dépassé sous BAU avant le 22^e siècle ou plus tard. Par conséquent, les estimations actuelles de la fourchette "probable" du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour le TCR de 1,0 à 2,5 °C et l'ECS de 1,5 à 4,5 °C n'ont pas encore établi si le réchauffement climatique d'origine humaine est un problème du 21^e siècle ».

Vers la fin de leur analyse, on lit :

« La figure 13a montre les résultats de notre analyse pour un TCR de 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 et 3,0 °C, tandis que la figure 13b montre les résultats pour un ECS de 1, 2, 3, 4, 5 et 6 °C. Un point qui peut a priori surprendre est que les résultats sont déjà différents pour la période historique 1980-2019. C'est-à-dire que l'ampleur du « réchauffement planétaire causé par l'homme », qui est présumé s'être déjà produit au cours de la période historique, augmente avec la valeur de la sensibilité climatique plus élevée qui est supposée. Certains lecteurs peuvent se demander pourquoi il devrait y avoir une incertitude à ce sujet étant donné que nous disposons d'estimations raisonnables du réchauffement climatique qui s'est produit au cours de cette période. Cependant, comme indiqué dans la section 4.1, l'ampleur du « réchauffement planétaire » sur une période donnée ne nous indique pas automatiquement l'ampleur du « réchauffement planétaire d'origine humaine » dû à l'augmentation des gaz à effet de serre. Une partie (voire la totalité) du réchauffement climatique observé peut être due à des facteurs naturels et/ou à d'autres facteurs non liés aux gaz à effet de serre. D'autre part, il peut y avoir eu d'autres facteurs de « refroidissement global » - soit naturels (par exemple, une diminution de l'activité solaire) soit d'origine humaine (par exemple, une augmentation des aérosols) - qui ont entraîné une réduction du réchauffement climatique d'origine humaine. Autrement dit, la quantité de réchauffement climatique d'origine humaine qui aurait déjà dû se produire pourrait être inférieure ou supérieure à la quantité de réchauffement climatique observé. En effet, c'est en grande partie la raison pour laquelle il existe encore une telle incertitude quant à la sensibilité réelle du climat aux gaz à effet de serre.

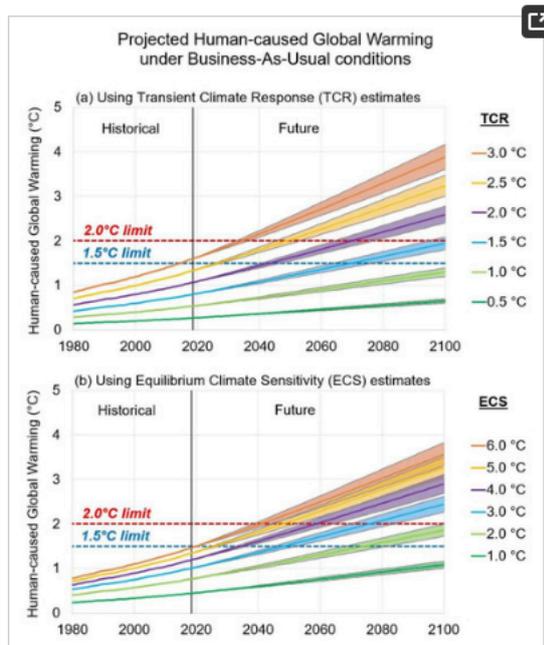


Figure 13. Projected human-caused global warming (from CO₂, CH₄, and N₂O greenhouse gases) up to 2100 under Business-As-Usual conditions for various estimates of (a) the Transient Climate Response and (b) Equilibrium Climate Sensitivity. For comparison, the 2.0 and 1.5 °C targets described under the Paris Agreement (2015) [19] are shown. The horizontal axes correspond to years.

Quoi qu'il en soit, pour nous, le résultat le plus frappant est probablement l'éventail des valeurs possibles d'ici la fin de nos projections BAU en 2100. C'est assez problématique étant donné que les politiques climatiques internationales récentes ont été conçues dans le contexte de la limitation de l'ampleur du futur réchauffement climatique causé par l'homme à une valeur spécifique près. En particulier, l'Accord de Paris de 2015 impliquait un accord international volontaire pour « maintenir l'augmentation de la température moyenne mondiale bien en dessous de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels et poursuivre les efforts pour limiter l'augmentation de la température à 1,5 °C au-dessus des niveaux préindustriels ». Plus récemment, en 2018, le GIEC a publié un rapport spécial intermédiaire intitulé « Global Warming of 1.5°C. Un rapport spécial du GIEC sur les impacts d'un réchauffement climatique de 1,5 °C au-dessus des niveaux préindustriels et les voies d'émission mondiales de gaz à effet de serre connexes, dans le contexte du renforcement de la réponse mondiale à la menace du changement climatique, du développement durable et des efforts pour éradiquer la pauvreté ». Pour les lecteurs qui sont plus intéressés par le futur réchauffement climatique causé par l'homme par rapport au présent, dans les Documents supplémentaires, nous fournissons un chiffre équivalent en utilisant les concentrations de gaz à effet de serre de 2018 comme référence de départ.

Nous n'entrerons pas ici dans le débat auquel nous avons fait référence dans l'introduction, par exemple, sur l'utilité de ces objectifs spécifiques de 1,5 et 2,0 °C. Cependant, nous notons que Lang et Gregory (2019) ont calculé que « 3,0 °C de réchauffement climatique à partir de 2000 augmenteraient la croissance économique mondiale », et Dayaratna et al. (2020) ont récemment fait valoir que certaines recherches récentes suggèrent que l'augmentation du CO₂ pourrait être un net positif, « au moins jusqu'au milieu du XXI^e siècle ». Voir également NIPCC (2019). Au lieu de cela, nous supposons explicitement ici que ces objectifs de maintien du réchauffement climatique d'origine humaine bien en dessous de 2,0 °C et idéalement en dessous de 1,5 °C sont en effet valables. Avec cela à l'esprit, quelles implications les résultats de la figure 13 ont-ils pour ces cibles ?

Si l'ECS est de 5 °C ou plus, ou si le TCR est de 2,5 °C ou plus, alors dans le cadre du statu quo, nous devrions avoir dépassé l'objectif de 1,5 °C d'ici 2026-2028, et l'objectif de 2 °C d'ici 2045-2053. D'un autre côté, si l'ECS est de 2 °C, nous ne devrions pas dépasser l'objectif de 1,5 °C avant 2069-2082, et nous ne devrions pas dépasser l'objectif de 2 °C avant le 22^e siècle. De même, si le TCR est de 1,5 °C, nous ne devrions pas dépasser l'objectif de 1,5 °C avant 2065-2077, et nous ne dépasserons probablement pas l'objectif de 2 °C avant le 22^e siècle (ou 2095 au plus tôt). Pendant ce temps, si l'ECS ou le TCR est de 1 °C ou moins, nous ne devrions pas dépasser l'un ou l'autre des deux objectifs au 21^e siècle sous BAU.

En d'autres termes, l'urgence (ou non) de l'Accord de Paris dépend essentiellement de la valeur réelle de la sensibilité climatique. Selon le 5e rapport d'évaluation du GIEC, l'ECS est "susceptible" d'être toute valeur comprise entre 1,5 et 4,5 °C et le TCR est « susceptible » d'être toute valeur comprise entre 1,0 et 2,5 °C. Autrement dit, les résultats du dernier rapport d'évaluation du GIEC ne nous disent toujours pas si l'Accord de Paris tente de résoudre un problème pour les prochaines décennies ou le 22e siècle.

De plus, plusieurs études ont suggéré que la sensibilité climatique pourrait être supérieure ou inférieure aux fourchettes "probables" du GIEC. Par exemple, Zelinka et al. (2020) ont noté que plusieurs des derniers modèles climatiques mondiaux CMIP6 impliquent un ECS supérieur à 4,5 °C. D'autre part, Lindzen et Choi (2011) soutiennent que l'ECS se situe entre 0,5 et 1,3 °C, avec une valeur très probable de 0,7 °C, et Monckton et al. (2015) et Bates (2016) soutiennent que l'ECS se situe entre 0,8 et 1,3 °C, avec une valeur très probable de 1,05 °C. Toutes ces estimations sont inférieures à la fourchette "probable" du GIEC. Pendant ce temps, certains d'entre nous ont soutenu dans Soon et al. (2015) que le TCR est inférieur à 0,44 °C, et qu'il est possible d'expliquer tout le réchauffement observé depuis au moins 1881 en termes de changement climatique naturel ».

Vu l'importance de cette dernière phrase, on se doit de se référer à l'article dont il est question :

- Dans cet article, écrit en août 2015, « Re-evaluating the role of solar variability on Northern Hemisphere temperature trends since the 19th century », Willie Soon, Ronan Connolly et Michael Connolly ont pour conclusion :

« Nous avons construit une nouvelle estimation des tendances de la température de l'air à la surface de l'hémisphère Nord dérivée de stations principalement rurales, minimisant ainsi les problèmes introduits dans les estimations précédentes par le biais d'urbanisation. Semblable aux estimations précédentes, notre composite implique des tendances au réchauffement au cours des périodes 1880-1940 et 1980-2000. Cependant, cette nouvelle estimation implique une tendance au refroidissement plus prononcée au cours des années 1950-1970. En conséquence, la chaleur relative de la période chaude du milieu du XXe siècle est comparable à la période chaude récente - une conclusion différente des estimations précédentes.

Bien que notre nouveau composite implique des tendances différentes des estimations précédentes, nous notons qu'il est compatible avec les tendances de température de l'hémisphère Nord dérivées de (a) les températures de surface de la mer ; (b) relevés de la longueur des glaciers ; (c) largeurs des cernes des arbres. Cependant, les récentes moyennes multi-modèles des simulations rétrospectives du modèle climatique mondial CMIP5 n'ont pas réussi à reproduire de manière adéquate les tendances de température impliquées par notre composite, même lorsqu'elles incluaient à la fois les "forçages anthropiques et naturels".

L'une des raisons pour lesquelles les simulations rétrospectives n'ont peut-être pas réussi à reproduire avec précision les tendances de la température est que les forçages solaires qu'ils ont utilisés impliquaient tous une variabilité solaire relativement faible. Cependant, dans cet article, nous avons effectué un examen détaillé du débat sur la variabilité solaire et avons révélé qu'une incertitude considérable demeure sur la manière exacte dont l'irradiance solaire totale a varié depuis le 19e siècle.

Lorsque nous avons comparé notre nouveau composite à l'une des reconstructions à haute variabilité solaire de l'irradiance solaire totale qui n'a pas été prise en compte par les simulations rétrospectives CMIP5 (c'est-à-dire la reconstruction Hoyt & Schatten), nous avons trouvé un ajustement remarquablement proche. Si la reconstruction de Hoyt & Schatten et nos nouvelles estimations des tendances de température dans l'hémisphère Nord sont exactes, alors il semble que la plupart des tendances de température depuis au moins 1881 peuvent être expliquées en termes de variabilité solaire, les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre fournissant au plus une contribution mineure. Cela contredit l'affirmation du dernier groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) selon laquelle la plupart des tendances de température depuis les années 1950 sont dues à des changements dans les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre (Bindoff et al., 2013) ».

- En 2021 est paru aux États-Unis un livre important, d'où son grand succès, écrit par Steven Koonin, professeur de physique théorique à CalTech et à l'Université de New York, membre de l'Académie des Sciences des États-Unis ; il a été expert scientifique du Président Obama. **Le livre de Steve Koonin a été**

traduit et publié en France en octobre 2022 sous le titre : « Climat, la part d'incertitude ». Le deuxième chapitre du livre s'intitule : « Modestes influences humaines ».

Avant de donner un extrait de ce chapitre, j'en donne trois autres, deux de *l'introduction* du livre et un du début de la 1^{ère} partie :

- Les extraits de l'introduction :

« En un mot comme en cent, nos connaissances scientifiques ne sont pas suffisantes pour faire des projections utiles sur la façon dont le climat changera au cours des prochaines décennies, et encore moins pour savoir l'effet que nos actions auront sur lui ».

Et cette introduction se termine de la manière suivante : « Dans un discours où il comparait le changement climatique causé par l'homme à des armes de destruction massive, John Kerry, alors secrétaire d'état du Président Obama (maintenant envoyé spécial du président Biden pour le climat), disait : « La science est sans équivoque... Dans un discours où Le Président Obama et moi-même, nous croyons très profondément que nous n'avons pas le temps d'assister à des réunions de la Flat Earth Society ». Mais ce n'est pas vrai, la science n'a pas tranché, elle n'est pas établie. Le débat contradictoire est au cœur du processus scientifique ; il est absurde que des scientifiques aient peur de se faire étiqueter anti-science s'ils y participent. Dans cette perspective, ce livre propose un défi et sollicite – je dirais même qu'il accueille volontiers – la discussion informée et les désaccords. Ce serait un pas décisif sur la voie de décisions sociétales plus raisonnables concernant le climat et l'énergie et cela permettrait de débattre plus scientifiquement et plus froidement du réchauffement de notre planète ».

- L'extrait du début de la 1^{ère} partie :

« Un rapport publié en 2019 par l'American Association for the Advancement of Science (AAAS), intitulé « How We Respond » (Comment nous réagissons), commence par ce superbe résumé de la science qui cite NCA 2018 : « Notre nation, nos États, nos cités et nos villes sont confrontés à un problème urgent : le changement climatique. Les Américains en ressentent déjà les effets et cela continuera au cours des prochaines décennies. Le réchauffement des températures impactera les agriculteurs dans les champs et les citadins dans leurs déplacements. À travers le pays, les événements climatiques extrêmes comme les ouragans, les inondations, les feux de forêt et les sécheresses sont d'une fréquence et d'une intensité accrues. Si ces problèmes se traduisent par de nombreux risques pour la société et pour la planète, le plus grand serait sans aucun doute de ne rien faire. La science nous dit que plus nous réagissons vite au changement climatique, plus faibles seront les risques et les coûts concomitants à l'avenir ». Je suis membre de l'AAAS depuis près de cinq décennies et ai été nommé Fellow de cet organisme il y a de nombreuses années. Je peux donc vous dire que le texte ci-dessus n'a jamais été soumis aux commentaires, sans même parler de l'accord de ses 120 000 membres. Si l'on m'avait demandé mon avis, j'aurais proposé un texte assez différent, fondé sur ma longue pratique des rapports d'évaluation et de la littérature scientifique : « La terre s'est réchauffée au cours du siècle dernier, en partie en raison de phénomènes naturels, en partie à cause de l'influence croissante des activités humaines. Ces dernières (surtout l'accumulation de CO₂ due à l'utilisation de combustibles fossiles) exercent un effet physiquement réduit sur le système climatique, qui est complexe. Nos observations et nos connaissances limitées ne sont hélas pas suffisantes pour quantifier utilement la façon dont le climat réagit aux influences humaines ou naturelles. Cependant, même si les influences humaines ont presque quintuplé depuis 1950 tandis que le réchauffement de la planète était modeste, les phénomènes climatiques les plus sévères restent cantonnés à la variabilité observée auparavant. Les projections des événements climatiques et météorologiques reposent sur des modèles manifestement incapables d'accomplir cette tâche ».

Dans le deuxième chapitre, voici ce que l'on peut lire :

« Les modèles climatiques du GIEC prédisent que si la concentration de CO₂ antérieure à l'industrialisation doublait – provoquant ainsi le changement de 1 % de l'interception de chaleur évoqué ci-dessus – cela provoquerait une hausse d'environ 3 °C (5,5 °F) de la température moyenne de surface. Cette dernière étant, nous l'avons vu, de 15 °C (59 °F), une hausse de 3 °C représenteraient donc une augmentation de 20 % de la température (3 °C sur 15 °C). Mais sur l'échelle Fahrenheit, ce même changement de température est de 5,5 °F par rapport à une température moyenne de 59 °F, soit une augmentation de 10 %. Pourquoi le taux du réchauffement dépendrait-il de l'unité de mesure utilisée ?

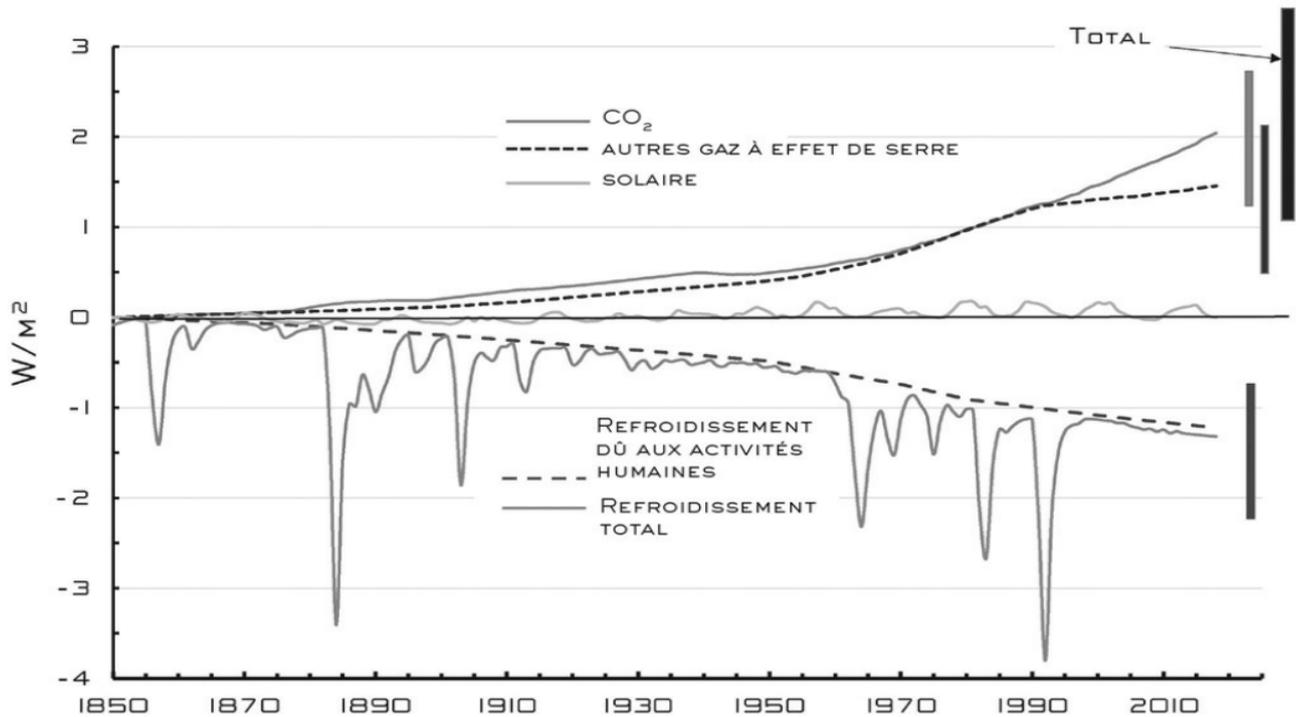
Quoi qu'il en soit, ces deux pourcentages, 10 % ou 20 %, semblent trop élevés. Comment un changement de 1 % dans l'interception de chaleur au sein de l'atmosphère pourrait-il produire un effet si disproportionné ? Les physiciens s'attendent généralement à ce que les changements soient proportionnés. Un changement de 1 % de l'interception de chaleur devrait donc produire quelque chose comme un changement de 1 % de la température et si ce n'est pas le cas, c'est qu'il nous manque un morceau du puzzle. En l'occurrence, le morceau manquant est l'échelle de température. La loi de Stefan-Boltzmann qui, nous l'avons vu au début du chapitre, décrit la relation entre la chaleur rayonnée par la terre et sa température, est exprimée en termes de températures absolues, qui sont mesurées sur l'échelle Kelvin. Les échelles Celsius et Fahrenheit reposent toutes deux sur les propriétés de l'eau, qui gèle à 0 °C (32 °F) et bout à 100 °C (212 °F). L'échelle Kelvin repose sur le zéro absolu, la température à laquelle la matière est si froide qu'elle n'émet aucune chaleur ($0\text{ K} = -273,15\text{ °C}$ ou $-459,67\text{ °F}$). Les degrés Kelvin sont exactement identiques aux degrés Celsius (c'est-à-dire 1,8 degré Fahrenheit), de sorte que la température de surface moyenne de la terre de 15 °C (59 °F) correspond environ à 288 K. Une hausse de 3 °C (ou 3 K ou 5,5 °F) correspond donc à un réchauffement de 3K sur 288 K, soit environ 1 %, ce qui concorde avec le 1 % d'augmentation de la capacité de l'atmosphère à intercepter de la chaleur quand sa concentration en CO₂ double. Ainsi, sur les échelles qui comptent pour nous, le système climatique est assez sensible – les quelques degrés de changement de la température moyenne de surface observés au cours des derniers siècles (et que nous pourrions enregistrer au cours du siècle présent) correspondent à des influences physiquement faibles (environ 1 %). Cela complique beaucoup la tâche de ceux qui cherchent à calculer la façon dont la planète réagira face à des niveaux croissants de gaz à effet de serre, d'autant que ce ne sont pas les seules influences qui s'exercent. Comprendre la façon dont le système climatique réagit aux influences humaines ressemble fort, hélas, à une autre quête : celle d'essayer d'établir la relation entre l'alimentation humaine et la perte de poids – cette dernière n'étant, comme chacun sait, toujours pas établie. Imaginez une expérience consistant à faire ingérer au sujet un demi concombre par jour en sus de son alimentation habituelle. Cela ferait environ vingt calories de plus, soit une augmentation de 1 % par rapport aux 2 000 calories quotidiennes du régime alimentaire moyen d'un adulte. Disons que nous poursuivions cette expérience une année entière avant de voir si la personne a grossi et de combien. Bien entendu, il nous faudrait savoir beaucoup d'autres choses avant de pouvoir tirer des conclusions intéressantes du résultat obtenu : qu'avait-elle mangé d'autre ? Faisait-elle du sport, avec quelle assiduité ? Des changements en termes de santé ou d'équilibre hormonal étaient-ils susceptibles d'affecter la vitesse à laquelle elle avait brûlé les calories ingérées ? Si l'on pouvait penser que, toutes choses étant égales par ailleurs, les calories supplémentaires se traduiraient par une prise de poids, il faudrait mesurer précisément beaucoup de paramètres pour comprendre l'effet des concombres ajoutés. Concernant l'augmentation de la concentration du dioxyde de carbone dans l'atmosphère due aux activités humaines et son effet sur le climat, le problème est que, comme dans l'expérience du concombre, toutes choses ne sont pas nécessairement égales par ailleurs. Il y a en effet d'autres influences (dites "forçages climatiques") naturelles ou humaines, comme les émissions de méthane dans l'atmosphère (provenant des combustibles fossiles, mais surtout de l'agriculture) et d'autres gaz mineurs qui, ensemble, contribuent pratiquement autant au réchauffement de la planète que le CO₂ résultant des activités humaines. Ces dernières ne n'exercent pas toutes dans le sens du réchauffement. Citons par exemple les aérosols, particules fines en suspension dans l'atmosphère, comme celles que produit la combustion de charbon de mauvaise qualité. Ils provoquent de graves problèmes de santé et contribuent à des millions de morts par an. D'un autre côté, ils augmentent la réflectance du globe, tant en réfléchissant directement le rayonnement solaire dans l'espace qu'en provoquant la formation de nuages, qui ont eux aussi une réflectance élevée. Les aérosols résultant des activités humaines, ainsi que les changements affectant l'utilisation des sols, comme la déforestation (les pâturages sont plus réfléchissants que la forêt), augmentent l'albédo et exercent donc une influence refroidissante nette qui annule environ la moitié de l'influence inverse des gaz à effet de serre dus aux activités humaines. Il y a aussi les forçages radiatifs naturels : les éruptions volcaniques projettent des aérosols très haut dans la stratosphère, où ils restent plusieurs années, réfléchissant un peu plus le rayonnement solaire qu'à l'accoutumée et exerçant ainsi une influence refroidissante. De telles éruptions sont imprévisibles, mais elles s'avèrent parfois d'une puissance telle qu'elles annihilent complètement les influences humaines durant quelques mois ; il faut donc les prendre en compte. (Par exemple, la terre s'était refroidie d'environ 0,6 °C durant les quinze

mois qui ont suivi l'éruption de Mt Pinatubo en juin 1991). Et les changements affectant l'intensité de l'activité solaire (dus à sa propre variabilité interne), même de quelques dixièmes de pourcent pendant des dizaines d'années, peuvent modifier quantitativement le « rayonnement solaire » atteignant la terre, ce qui complique encore nos tentatives de prendre en compte tous les forçages humains et naturels affectant l'équilibre thermique délicat de notre planète. Mais si nous voulons comprendre la réaction du climat face à des niveaux croissants de CO₂, il est important de savoir ce que sont ces autres influences, leur importance respective, et à quel moment elles s'exercent. Le flux d'énergie qui pénètre le système climatique et en sort est mesuré en watts par mètre carré (W/m²). L'énergie solaire absorbée par la terre (et donc l'énergie thermique qu'elle rayonne à son tour) s'élève, en moyenne, à 239 W/m². Sachant qu'une ampoule électrique à incandescence émet, disons, cent watts (presque entièrement sous forme de chaleur), la planète rayonne de la chaleur comme si sa surface était parsemée d'un peu plus de deux ampoules électriques par mètre carré. Les influences humaines ne représentent aujourd'hui qu'un peu plus de 2W/m², donc un peu moins de 1 % de ce flux naturel (à peu près la même influence qu'un demi concombre sur l'alimentation quotidienne d'un être humain). Les gens sont souvent curieux de la chaleur introduite dans le système climatique par deux autres sources non solaires. L'une est la chaleur géothermique qui sort de la croûte terrestre. Si elle peut être considérable à proximité de ses sources : volcans, geysers et cheminées de gaz très chauds dans les fonds marins, leur moyenne totale – 0,09 W/m² seulement – est trop faible pour entraîner un effet direct significatif sur l'équilibre thermique du climat. Il peut cependant y avoir des effets indirects, comme la fonte des glaces sous l'effet de volcans situés sous la calotte glaciaire de l'Antarctique. Une autre source de chaleur introduite au sein du système climatique est l'énergie tirée par les hommes des combustibles fossiles et du nucléaire. Une fois cette énergie utilisée pour le chauffage, la mobilité et pour générer de l'électricité, le deuxième principe de la thermodynamique garantit que pratiquement tout se retrouvera dans le système climatique sous forme de chaleur, cette dernière finissant par être rayonnée dans l'espace parallèlement aux émissions naturelles de chaleur de la terre. (Une infime partie finit par se transformer en lumière visible, qui s'échappe directement dans l'espace à travers l'atmosphère transparente, mais même cela finit par se retransformer en chaleur quelque part, on ne sait trop où.) Cette chaleur d'origine humaine peut effectivement affecter le climat local là où se concentre l'utilisation de cette énergie (par exemple dans les villes et près des centrales électriques). Mais en moyenne, sur toute la surface du globe, cela ne représente à l'heure actuelle que 0,03 W/m², dix mille fois moins que les flux naturels de chaleur du système climatique et environ cent fois moins que les autres influences humaines. La totalité des influences humaines et naturelles sur le climat est représentée sur la Figure 2.4. Cette dernière illustre une bonne partie de ce que nous avons déjà évoqué. On voit le réchauffement dû aux gaz à effet de serre (essentiellement la concentration croissante de CO₂ et de méthane, mais aussi d'autres gaz à effet de serre émis par l'homme. On voit aussi que ceci a été partiellement compensé par l'accroissement du refroidissement par aérosols. Le refroidissement épisodique dû aux grandes éruptions volcaniques est également évident. On remarque aussi qu'avant 1950, le total des influences humaines (la somme du CO₂, des autres gaz à effet de serre et du refroidissement dû aux activités humaines) était inférieur au cinquième de leur niveau actuel.

La Figure 2.4 ci-dessous révèle aussi l'ampleur de nos incertitudes concernant ces divers forçages. Si le réchauffement causé par le CO₂ et les autres gaz à effet de serre est connu avec une marge d'incertitude de 20 %, l'incertitude liée à l'influence refroidissante des aérosols dus aux activités humaines est beaucoup plus élevée, ce qui porte à 50 % la marge totale d'incertitude concernant l'influence des activités humaines – autrement dit, le mieux que l'on puisse dire, c'est que l'influence humaine nette aujourd'hui se situe très vraisemblablement entre 1,1 et 3,3 W/m². Le fait que les influences humaines ne représentent aujourd'hui que 1 % de l'énergie qui circule dans le système climatique a des implications importantes et signifie que nous sommes encore loin d'avoir tout compris. Pour les mesurer utilement, elles et leurs effets, nous devons observer et comprendre la plus grande partie du système climatique (les 99 % restant) avec une précision supérieure à 1 %. Les petites influences naturelles doivent être connues avec la même précision et nous devons avoir la certitude qu'elles sont toutes prises en compte. C'est un immense défi dans un système dont les observations sont limitées, couvrent une période elle aussi limitée et sur lequel nos incertitudes restent considérables. Comparer les modèles climatiques avec et sans ces forçages permettra peut-être d'élucider le rôle que les influences humaines ont joué dans les changements

climatiques récents – et suggérer la façon dont le climat pourrait encore changer à l’avenir à mesure que ces influences seront de plus en plus marquées. La plus forte influence humaine sur le climat, de loin – et celle sur laquelle pratiquement toute la politique s’est focalisée – est l’émission de gaz à effet de serre. Mais la relation entre nos émissions de ces gaz et leur influence sur le climat est plus compliquée qu’on pourrait l’imaginer. Avant de nous tourner vers les modèles climatiques, regardons donc ces gaz de plus près et voyons où ils vont.

Figure 2.4 : Influences significatives, naturelles et des activités humaines, sur le climat (1850-2018)



Le CO₂ et les autres gaz à effet de serre (dont le méthane, les halocarbones, l’ozone et les oxydes d’azote) dont la concentration résulte des activités humaines exercent une influence dans le sens du réchauffement tandis que les aérosols résultant des activités humaines et les changements de l’albédo terrestre exercent une influence inverse. Le refroidissement épisodique causé par les grandes éruptions volcaniques et les petites variations de l’intensité des rayons solaires complètent le tableau. Les segments, à droite de la figure, révèlent une incertitude de 2σ concernant chacun de ces forçages aujourd’hui, ainsi que pour le total de tous ces forçages ».

Note : la question d’échelle de mesure des températures qu’évoque Steven Koonin au début de cet extrait en distinguant les échelles Celsius, Fahrenheit d’un côté et Kevin de l’autre est trop souvent sous-estimée. Dans mon livre « L’analyse statistique des données », paru chez Chotard et associés en 1988, je prends précisément ces mesures de température pour distinguer parmi les variables quantitatives celles qui sont métriques parce qu’elles possèdent le zéro naturel (cas de l’échelle de Kevin) et qui fonctionnent selon des échelles de rapports, et celles qui sont dites scalées parce qu’elles ne possèdent pas de zéro naturel (cas des échelles de Celsius, Fahrenheit et Réaumur) et qui fonctionnent avec des échelles d’intervalles.

La troisième question est de savoir si une analyse des dérèglements climatiques actuels faite sur une échelle des temps géologiques beaucoup plus large arrive aux mêmes conclusions sur l’origine humaine des actuels dérèglements.

L’ouvrage d’Olivier Postel-Vinay, « Sapiens et le climat », tente précisément de répondre à cette question³.

³ Le livre précédemment cité, de Steven Koonin, le fait également mais remonte seulement à 1850 en général.

C'est pourquoi nous l'avons choisi pour alimenter le débat en en donnant deux extraits. Le premier est tiré de l'avant-dernier chapitre (le 21^{ème}) et le second est tiré du dernier chapitre (le 22^{ème}) :

« L'un des participants au colloque⁴, Cesare Emiliani, écrivait : “La pollution par le CO2 et celle par les aérosols produisent des effets contraires [...]. Leur impact relatif est mal compris et l'effet en résultant est inconnu [...]. En l'absence de l'homme, le présent interglaciaire doit s'achever [...]. Les activités de l'homme peuvent soit précipiter ce nouvel âge glaciaire, soit conduire à une fonte substantielle voire totale des calottes polaires“. Et la même année, un autre participant, J. Murray Mitchell Jr, publiait un article concluant : “L'impact des activités humaines sur le climat dans les prochaines décennies et les prochains siècles est très probablement un réchauffement, et par conséquent favorable à la perpétuation du présent interglaciaire“. Depuis lors, la plupart des climatologues, se fondant sur des modélisations, repoussent de beaucoup l'arrivée de la prochaine glaciation. Selon les auteurs, le terme est fixé à 55 000, 65 000, voire 100 000 ans. Certains pensent même, comme déjà Mitchell en 1972, que la hausse des gaz à effet de serre, qui va se prolonger, aura un effet “irréversible“, empêchant un nouveau cycle glaciaire de survenir. Seules quelques voix dissidentes se font entendre. Je n'ai pas la compétence pour en juger mais il me paraît utile de le mentionner. Le physicien danois Henrik Svensmark considère, avec d'autres, que les variations du Soleil continuent de jouer un rôle significatif et donc qu'un refroidissement ne saurait être exclu. Il a développé une théorie certes contestée mais publiée dans les meilleures revues selon laquelle l'activité du Soleil interfère avec les rayons cosmiques issus de l'explosion d'étoiles, jets de particules qui influencent la couverture nuageuse. “Nous nous attendons à ce que l'activité solaire refroidisse la Terre, ce qui pourrait expliquer pourquoi la température globale n'augmente pas“, a-t-il par exemple déclaré en 2018. Dire que la température globale n'augmente pas semble hérétique ; c'est fondé sur l'évolution de la température mesurée non par les stations au sol et en mer, réparties inégalement et parfois sujettes à caution, mais par satellite. Les satellites mesurent la température de la troposphère, la couche la plus basse de l'atmosphère – celle située en gros au-dessous de l'altitude de l'Everest. Moyennée sur treize mois, la température mesurée indique une tendance à la hausse depuis 1979, mais avec des variations très sensibles, voire spectaculaires, qui au cours des dernières années ont pu être interprétées, à tort ou à raison, comme un plafonnement de la tendance à la hausse ».

Dans son dernier chapitre, avant « l'épilogue », Olivier Postel-Vinay fait une sorte de résumé des chapitres précédents, en les reprenant les uns après les autres :

« Dans l'avant-propos, j'évoque d'abord le refroidissement de la Terre qui s'est engagé vers 45 millions d'années. Comme les autres planètes, la Terre perd progressivement de son énergie thermique initiale (elle s'est formée il y a 4,5 milliards d'années) et se refroidit. C'est la poursuite de ce refroidissement qui est à l'origine de la tectonique des plaques et du volcanisme. En raison de l'extrême complexité des mécanismes en cause, cette tendance s'est traduite paradoxalement dans certaines périodes par un réchauffement global de grande ampleur. La fameuse extinction des dinosaures, vers 66 millions d'années, s'est produite vers la fin de l'une de ces périodes chaudes. À l'époque, les pôles étaient libres de glace et la température des océans était de l'ordre de 35 °C. Dix millions d'années plus tard, une nouvelle période chaude se produit, qui dure environ 100 000 ans et provoque une grande extinction d'espèces. Beaucoup de ces changements restent « obscurs et controversés », note le climatologue américain Stephen T. Jackson, à qui l'Encyclopaedia Britannica a confié la rédaction d'un article sur le sujet. Il observe aussi que depuis l'extinction des dinosaures la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère « a varié de façon substantielle, pour des raisons mal comprises ». Un travail de recherche tout récent conclut que le manteau terrestre se refroidit plus vite qu'on ne le pensait.

Rien n'est simple

À des échelles de temps moins colossales mais tout de même considérables au regard de l'horizon humain, ce sont davantage les influences des mouvements orbitaux qui impactent le climat. Il s'agit de dynamiques bien connues, propres à toutes les planètes, mais dont la conjonction est complexe, et leur

⁴ Le colloque dont il est question est celui qui s'est tenu en janvier 1972 à Rhode (Islande) sur « le présent interglaciaire : comment et quand va-t-il s'achever ? ».

impact sur le climat reste souvent difficile à interpréter. Il y a d'abord les variations de l'orbite de la Terre autour du Soleil. L'orbite est presque circulaire mais prend une forme plus ou moins elliptique en fonction de la force d'attraction gravitationnelle des autres planètes. Ces variations forment un cycle de 100 000 ans, qui lui-même varie tous les 200 000 ans, un cycle dont la répétition en forme un autre, de 400 000 ans. On l'appelle l'excentricité. À ces échelles de temps, la Terre est donc plus ou moins éloignée du Soleil, qui la chauffe de manière inégale selon les époques. La planète allant plus vite quand elle est proche du Soleil, elle en reste plus longtemps éloignée que proche. Il y a ensuite les variations de l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre sur son orbite. C'est ce qui explique les saisons dans les régions éloignées de l'équateur. L'angle de cette inclinaison varie suivant un cycle qui évolue dans le temps mais dont la moyenne est de 40 000 ans. C'est l'obliquité. Plus l'angle de l'inclinaison est grand, plus le contraste entre les saisons est élevé. En outre la Terre tourne sur elle-même comme une toupie, en vacillant légèrement, suivant un cycle d'environ 26 000 ans, et l'ellipse elle-même suit un vaste mouvement tournant de même type, suivant un cycle de 112 000 ans ; la résultante de ces deux derniers cycles en est un autre, très influent, allant de 19 000 à 23 000 ans en moyenne. On l'appelle la précession. Les interactions entre ces trois cycles sont inextricables et les appréhender dans leurs subtilités n'est pas à la portée du premier venu. "Même aujourd'hui, les processus par lesquels ces cycles orbitaux s'expriment dans le climat sont loin d'être clairs et font l'objet de recherches intensives", écrit l'Américain Raymond T. Pierrehumbert dans son imposant manuel de "climatologie planétaire". Nous vivons un interglaciaire et j'ai évoqué l'importance probable des interglaciaires précédents dans l'évolution du genre humain et des sorties d'Afrique (chapitres 1, 2 et 5). D'après un rapport récent publié dans *Review of Geophysics*, les cycles orbitaux ne suffisent pas à expliquer par quel processus se déclenche un interglaciaire ni ce qui détermine sa durée et son intensité. Cela reste une question ouverte.

Tout se complique

Dans l'avant-propos, je relève que vers un million d'années (plutôt 800 000, en fait) les cycles glaciaires changent de rythme, passant d'une moyenne de 41 000 ans (ou 40 000, selon les auteurs) à une moyenne de 100 000. Notre interglaciaire s'inscrit toujours, en principe, dans ce cycle de 100 000 ans. Or ce changement de cycle reste incompris. C'est un trou noir de la climatologie. "La réponse au mystère des âges glaciaires se trouve quelque part dans les interactions entre la glace, l'océan, le CO₂ ; mais comment le système génère ses miracles pour produire un cycle de 100 000 ans demeure inconnu", écrit Pierrehumbert. "C'est l'un des grands défis de la paléoclimatologie", confirme en 2019 dans *Nature* le climatologue britannique Eric Wolff, de Cambridge. Ce mystère est étroitement dépendant d'un autre : "L'origine du cycle du CO₂ associé à l'alternance glaciations-interglaciaires est inconnue", écrit Pierrehumbert. Si je resserre un peu les échelles de temps, les méga-sécheresses qui ont affecté l'Afrique orientale à l'époque des premiers pas de Sapiens (chapitre 1) sont un bon exemple du degré de complexité auquel les climatologues sont confrontés pour expliquer certains changements climatiques. La précession joue un rôle majeur dans les variations du climat équatorial en ce qu'elle contribue à déterminer l'intensité des moussons. Mais l'excentricité a un effet amplificateur sur le cycle de la précession. Et les variations de l'intensité du rayonnement solaire reçu aux latitudes élevées, dues à la conjonction entre l'obliquité et l'excentricité, ont aussi un impact sur le climat tropical. Pour tenter de comprendre ce qui s'est passé à l'échelle de ces méga-sécheresses millénaires, il faut aussi intégrer les interactions entre la variation du volume des glaces aux pôles, la température de surface des océans, leur mode de circulation et celui des vents. Un élément essentiel est la variation de la position d'une large bande de basses pressions qui entoure la Terre, oscillant de part et d'autre de l'équateur vers le nord et le sud en fonction des saisons. C'est la Zone intertropicale de convergence (ZIC), évoquée au chapitre 10. Ses mouvements peuvent être amplifiés d'une année sur l'autre mais aussi sur de très longues périodes, sous l'influence de la précession. Lorsque l'hémisphère Nord se refroidit, la position moyenne de la ZIC a tendance à être refoulée vers le sud, ce qui favorise la sécheresse plus au nord. Les spectaculaires méga-sécheresses africaines restent "un mystère", constate la paléoclimatologue américaine Margaret W. Blome.

Principal suspect

Quand Sapiens est arrivé en Europe, il s'est trouvé aux prises avec un climat non seulement très froid, au moins par épisodes, mais surtout étonnamment chaotique (chapitre 3). Si l'on prend l'intervalle entre

l'arrivée présumée de Sapiens en Europe vers 40 000 avant Socrate⁵ et la fin des grottes ornées, vers 13 000 av. S., on observe, dans un contexte globalement froid, pas moins de onze remontées sensibles des températures et quatre pics de très grands froids. On pense avoir identifié la cause immédiate de ces derniers : des cassures de la calotte glaciaire recouvrant le nord de l'Amérique, entraînant la dérive d'énormes icebergs jusqu'aux côtes européennes. Ces icebergs, s'ajoutant à la banquise formée en hiver, auraient bloqué la remontée vers le nord des courants chauds qui normalement contribuent à attédir l'Europe en hiver. Les épisodes de remontée des températures au-dessus de la moyenne (il s'agit de hausses de l'ordre de 5 °C à 16 °C) se produisent soudainement, à un rythme voisin de 1 500 ans. Leurs mécanismes restent mal compris. Ils semblent également liés à une modification de la circulation des courants dans l'Atlantique nord – encore que, pour certains scientifiques, ce sont moins les courants océaniques (le « Gulf Stream ») qui viennent attédir l'Europe que les flux atmosphériques. Le principal suspect permettant d'expliquer le chaos de l'âge glaciaire reste le Soleil, dont la « dynamo » connaît des cycles qui se superposent à ceux des mouvements orbitaux évoqués ci-dessus.

Mécanismes obscurs

On l'a vu aux chapitres 4, 5 et 6, notre cher holocène s'est installé après deux changements aussi abrupts que radicaux, le réchauffement du Bølling, amorcé vers 12 300 av. S., et le cataclysme glacial du dryas récent, déclenché vers 10 360 av. S. Si l'on intègre le non moins soudain et radical réchauffement qui a présidé aux débuts de l'holocène lui-même, vers 9 300 av. S., le tout forme un spectaculaire coup de ciseaux, sans précédent connu. Le Bølling est manifestement initié par les mouvements orbitaux. La Terre s'est rapprochée du Soleil, dont le rayonnement a copieusement arrosé l'hémisphère Nord en été. Cela a sans doute entraîné une fonte partielle des calottes glaciaires non seulement arctique mais aussi antarctique. Cependant les mécanismes précis restent obscurs. Les causes du refroidissement brutal du dryas ne font pas non plus l'objet d'un consensus. Le réchauffement de l'holocène s'inscrit dans le prolongement de celui du Bølling, mais le passage du chaos de l'âge glaciaire à la période incomparablement plus stable que nous vivons encore aujourd'hui reste une question non résolue, souligne Pierrehumbert. Les millénaires de Sahara « vert » évoqués au chapitre 6 sont déclenchés par les mouvements orbitaux, l'insolation dans l'été de l'hémisphère Nord atteignant un pic vers 8 000 av. S. L'explication classique est que cela a entraîné un déplacement de la ZIC vers le nord, assurant un arrosage abondant. Le retour à la sécheresse à partir de 2 000 av. S. coïncide avec une baisse de l'insolation qui déplace la ZIC vers le sud. Les choses sont sans doute plus compliquées. Si cette explication suffisait, on devrait en effet observer un mouvement inverse dans l'hémisphère Sud. Or contrairement à ce qu'on croyait encore récemment, en Afrique la zone symétrique dans l'hémisphère Sud (dont fait partie l'actuel désert de Namibie) a connu une évolution semblable à celle du Sahara : des millénaires d'humidité suivis par un dessèchement progressif. Il faut donc croire que les déplacements de la ZIC ne sont pas seuls en cause. Les chercheurs se perdent en conjectures, certains invoquant le rôle du champ magnétique terrestre. Autre question non résolue : on observe un décalage de plusieurs millénaires entre le moment du pic d'insolation et l'installation du Sahara vert. Ce surprenant effet retard se voit aussi au Proche-Orient et en Europe, où le pic de températures est atteint seulement vers 5 000 av. S. (chapitres 7 et 8). Cela illustre le fait qu'au-dessous d'une certaine échelle de temps les variations orbitales sont modulées par quantité d'autres facteurs : interactions mal comprises entre le volume des glaces terrestres, les cycles végétaux, le stockage de la chaleur par l'océan profond, le cycle du CO₂, les caprices du Soleil, etc.

Grandes oscillations

Quand on entre dans les temps historiques, ici à partir du chapitre 8, interviennent des phénomènes cycliques de période plus courte mais de grande influence, qui font l'objet de recherches intensives parce qu'on les comprend mal. L'origine de la vague de sécheresse qui a mis à mal le royaume d'Akkad, Sumer

⁵ Dans son premier chapitre, l'auteur écrit : « Pour évoquer ce dont je vais parler maintenant, il nous faut faire un bond supplémentaire, jusqu'à 95 fois la distance qui nous sépare de Socrate (95 fois 2 400, pour simplifier). Et naviguer dans des échelles de temps dont l'instrument de mesure est plutôt 12 000 ans que 2 400 ».

et l'ancien royaume égyptien (elle a également frappé l'Amérique du Nord et l'Asie) reste controversée : "Il n'y a pas de consensus pour l'expliquer", conclut l'archéologue américain Harvey Weiss. Le plus connu des phénomènes en cause est El Niño, une modification des rapports de chaleur entre l'ouest et l'est du Pacifique équatorial. Le déséquilibre ainsi créé a des répercussions sur une bonne partie de la planète, depuis le continent américain jusqu'à l'océan Indien, en passant par la Chine et le Japon. De nos jours El Niño se déclenche suivant un rythme de deux à sept ans, mais dans le passé le phénomène pouvait durer plus longtemps. Les premières manifestations identifiées par certains scientifiques remontent à la période du maximum glaciaire, avec un impact sur le continent africain ; elles se sont ensuite estompées pour reprendre mystérieusement vers 3 000 av. S. L'impact d'El Niño a été associé aux grandes sécheresses qui ont présidé à l'effondrement des civilisations évoquées dans les chapitres 8 et 9, à l'abandon des temples mayas et khmers (chapitres 11 et 14), à l'irruption de la peste noire (chapitre 15), aux tourments du Petit Âge glaciaire (chapitres 15, 16 et 17), aux troubles climatiques concomitants de la Révolution française (chapitre 18), à la famine irlandaise et au déclenchement des épidémies de choléra (chapitre 19). Les déterminants du cycle El Niño font l'objet de débats. D'autant que cette oscillation interfère avec d'autres, moins connues : l'Oscillation décennale du Pacifique (ODP), l'Oscillation antarctique, le Dipôle de l'océan Indien, l'Oscillation atlantique multidécennale (OAM), l'Oscillation nord-atlantique (qui contrôle les vents d'ouest arrosant le continent européen), l'Oscillation arctique. Ces amples variations de température de surface de la mer et des courants marins et atmosphériques opèrent selon des rythmes différents et eux-mêmes variables. Le rythme de l'ODP est d'environ quarante ans. Celui de l'OAM va de quarante ans à plus d'un siècle. L'origine de ces oscillations et leur impact sur le climat, à l'échelle régionale et souvent davantage, demeurent un sujet de recherche. Selon le physicien américain Steven Koonin, il est "presque certain" que d'autres oscillations à plus long terme restent à découvrir.

Une science jeune

Les éruptions volcaniques, qui restent imprévisibles, jouent aussi les trublions (chapitres 1, 10, 11, 12, 16 et 19). Des éruptions cataclysmiques sont susceptibles d'impacter l'ensemble de la planète sur deux, trois ans, peut-être plus. Moins connu, un lien a été exploré entre des éruptions majeures de type explosif et le déclenchement d'un événement El Niño. Il y a aussi des périodes d'éruptions volcaniques en série, s'étalant sur plusieurs années, voire des décennies, dont l'effet cumulé est sensible. Ce fut sans doute le cas lors de la fin de l'Empire romain. Il en va peut-être de même des années de transition entre l'optimum médiéval européen et l'entrée dans le Petit Âge glaciaire. Cinq éruptions importantes, dont deux de très grande ampleur, ont en effet été identifiées : 1257-1258 (en Indonésie), 1269, 1276, 1280 (en Équateur) et 1286. À tout seigneur tout honneur. Pour clore cette rapide discussion, il me faut revenir au Soleil. Dans son livre savant sur la transition entre l'optimum médiéval et le Petit Âge glaciaire, l'historien Bruce Campbell y attache une grande importance. Je le cite : "Les périodes de températures globales réduites ont tendu à coïncider avec une irradiation solaire diminuée et peu ou pas du tout de taches solaires. Ainsi durant le minimum de Oort (vers 1010-1050), le minimum de Wolf (vers 1292-1342), le minimum de Spörer (vers 1416-1534), le minimum de Maunder (vers 1654-1714) et le minimum de Dalton (vers 1790-1830)". Inversement, les périodes d'irradiation généreuse et de forte activité des taches solaires sont "associées à un réchauffement global". Pour mémoire, les taches solaires, sur la nature desquelles je ne saurais m'étendre, varient suivant le mieux connu des cycles de notre astre familier, d'une durée de onze ans. Pour finir, un mot sur le réchauffement des années 1920-1940 et le refroidissement subséquent : on en ignore les causes, si bien que les modèles peinent à les reproduire. La climatologie est une science jeune. Elle a de beaux jours devant elle. (...)

ANNEXE :

L'AUDITION D'YVES BRÉCHET À L'ASSEMBLÉE NATIONALE LE 29 NOVEMBRE 2022

Yves Bréchet, 29 novembre 2022

Je vous remercie de la convocation à venir témoigner devant votre commission. Je répondrai aux questions qui m'ont été transmises au fils de mon exposé et reviendrai sur ces questions de façon synthétique à la fin de ma présentation, au moment de la discussion qui suivra cette présentation et qui durera aussi longtemps que vous le souhaitez.

Les questions qui sont liées à la souveraineté énergétique et en particulier au rôle du nucléaire sont complexes, je vous demanderai donc patience et attention pour pouvoir aller au-delà de la recherche nécessaire des responsables et avancer dans la direction indispensable des solutions.

1. Qui suis-je ?

Je suis un scientifique et un ingénieur, spécialiste de science des matériaux en général et de métallurgie en particulier. J'ai fait l'essentiel de ma carrière (1987-2012) dans le monde universitaire, formant des ingénieurs et des chercheurs. L'essentiel de mes travaux a porté sur les matériaux dits « de structure », en particulier ceux en relation avec la production ou la consommation d'énergie. Je suis membre de l'Académie des sciences, ainsi que de plusieurs académies étrangères, je suis professeur associé au Canada et en Australie.

J'ai occupé la fonction de Haut-Commissaire à l'Energie Atomique de 2012 à 2018 soit deux mandats de trois ans. Je n'ai pas souhaité être renouvelé en 2018.

J'ai rejoint la compagnie Saint-Gobain comme directeur scientifique en 2018, je préside le conseil scientifique de Framatome depuis 2019, et je conserve une activité de recherche en collaboration avec des universités étrangères.

Je n'ai plus aucune relation professionnelle ni avec le CEA, ni avec le gouvernement depuis mon départ.

Je ne m'exprimerai dans cette audition que sur des faits antérieurs à 2019, date de ma prise de présidence du conseil scientifique de Framatome.

2. Quelle est la fonction de Haut commissaire ?

a. *La fonction :*

- il s'agit d'un poste prévu par la loi, poste de conseil scientifique auprès du gouvernement et de l'administrateur général du CEA, sur les missions du CEA et en particulier les missions concernant le nucléaire civil et militaire, ainsi que les questions liées à l'énergie en général.
- Il est positionné au sein du CEA, mais hors la hiérarchie du CEA ce qui lui assure une totale liberté de travail
- Les textes juridiques définissant la fonction de Haut-Commissaire

L'article L. 332-4 du Code de la recherche
Les articles R* 1411-9 et D. 1333-28 du Code de la
défense

Les articles 5,9, 11, 12 du décret n°2016-311 du 17
mars 2016 relatif à l'organisation et au fonctionnement
du CEA.

L'arrêté du 26 juillet 2016 relatif au Conseil scientifique
du CEA.

▪ A travers ces différents textes, le Haut-commissaire à
l'énergie atomique a les fonctions suivantes :

Il est le conseiller de l'exécutif pour les questions
scientifiques et techniques concernant l'énergie
nucléaire. Il peut saisir les ministres intéressés de
propositions relatives à l'orientation générale
scientifique et technique du CEA.

Il est membre du **Comité de l'énergie atomique** qui
examine toutes questions relatives au CEA, **il est prévu
par la loi que ce comité à l'énergie atomique se
réunisse au moins une fois par an sous la
présidence du premier ministre. Il pourrait en
principe être réuni sous saisine du HC.**

Il participe au Conseil d'administration du CEA avec
voix consultative.

Il est le conseiller scientifique et technique de
l'Administrateur général du CEA pour l'orientation
générale scientifique et technique du CEA. Pour exercer
cette fonction, le Haut-commissaire est assisté d'un
Conseil scientifique qu'il préside.

Il est responsable de la chaîne de sécurité pour
l'intégrité des moyens concourant à la dissuasion et ne
relevant pas du ministre de la défense. Il est garant de
la gestion patrimoniale des matières nucléaires
nécessaires à la défense.

Il peut être chargé, au titre de ces différentes fonctions,
par un ministre ou par l'Administrateur général du CEA,
de diverses missions de conseil et d'expertise dans les
domaines intéressant le CEA, la défense nationale et
l'enseignement.

**Il est essentiel de comprendre qu'il s'agit d'un poste
de conseiller sans pouvoir décisionnel,** le pouvoir de
décision restant entre les mains de l'administrateur
général.

b. Le fonctionnement

Chaque HC a son style propre.

J'ai personnellement choisi d'avoir un positionnement technique,
en donnant mes rapports aux autorités concernées à l'exclusion de
toute diffusion publique.

Ce devoir de réserve absolue, revendiquée dès ma nomination, va à
mes yeux avec un devoir de franchise totale. Je ne me suis jamais
départis ni de l'un ni de l'autre.

Les documents issus du HC sont donc à diffusion réduite, mais tous ont été systématiquement transmis aux ministres concernés ainsi qu'à leurs conseillers techniques (essentiellement environnement et énergie, industrie, recherche, défense et systématiquement le PR et le PM), aux administrations directement concernées (généralement DGEC, DGRI, DGE, Cabinet Militaire du PR), et certains aux présidents et vice-présidents de l'OPECST. Bien entendu l'AG du CEA était destinataire de tous les rapports. Ils n'ont jamais eu de couverture médiatique, je ne parlais quasiment jamais à la presse.

Les rapports étaient systématiquement remis en mains propres aux conseillers techniques que je rencontrais une fois par trimestre en tête à tête pour leur en expliquer le contenu.

Je me considère comme pleinement engagé par ce qu'ils contiennent.

Ce qui en a été fait, ou plutôt ce qui n'a pas été fait, est de la responsabilité des décideurs qui ont été destinataires de ces documents

Les rapports issus du HC prennent plusieurs formes suivant les sujets traités

- Echéance de 6 mois à un an : Sur des sujets scientifiques et techniques, à la demande du gouvernement, ou de la haute administration, ou des acteurs du nucléaire, **des rapports issus de groupes de travail pilotés par le HC** (structurés comme suit : Conseil du HC / Résumé exécutif / Rapport détaillé)

Exemples : Le stockage souterrain des colis de déchets bitumés ; L'avenir de la métallurgie française Réflexions et pistes d'action ; Analyse de scénarios énergétiques : application aux scénarios de l'Ademe et de l'Ancre ; Réflexions et avis sur le Plan à moyen et long terme (PMLT) du CEA – 2013-2022 ; Le Blackout : une menace permanente pour le système électrique avec des conséquences sanitaires potentiellement graves ; Prédiction du vieillissement de l'acier de cuve des réacteurs Rep du parc électronucléaire français ; Aspects socio-cognitifs des controverses sur les sciences et techniques ; La Chaleur : quels enjeux de R&D pour le CEA ? ; La radiobiologie moderne ; Le démantèlement des centrales nucléaires : analyse comparée avec la situation internationale ; Les analyses du DOE sur la transition énergétique ; La simulation numérique dans le domaine nucléaire ; La microélectronique post CEMOS,...

- **Echéance de un à deux mois** : Notes courtes du HC sur un point nécessitant une information directe et rapide

Exemples : Sur la nécessité des RNR ; Opportunité des SMR ; Radiothérapie ; Sur les super isolants ; Epidémiologie des cancers de la thyroïde ; Pour un comité d'éthique eu CEA ; Les échelles de temps dans le Nucléaire ; Opportunité de la filière Thorium ; Analyse atout-attrait des SMR ; Structuration de la recherche au CEA : la segmentation ; Pertinence du bio-mimétisme ; Sur la réglementation thermique des bâtiments ; Bases pour une analyse rationnelle des mix énergétiques ; La participation Française au rapport du GIEC ; L'expert et le conseiller scientifique ; La disqualification des experts ; La relation science / Politique dans l'exécutif américain ; Opportunité des collaborations avec UK ; opportunité des collaborations avec les USA ; La chimie séparative au CEA et son application hors nucléaire

- Actions à la demande des acteurs du nucléaire : animation de groupes de travail pour avis aux décideurs : Ces rapports sont rendus aux demandeurs ainsi qu'aux conseillers techniques et au cabinets des ministères concernés.

Exemples : les innovations dans EPRNM ; les stratégies de fermeture du cycle et ASTRID, Priorisation des programmes de recherche de l'ANDRA pour CIGEO ; analyse des compétences des forges du Creusot ; analyse des compétences des différents secteurs dans AREVA ; Bilan des recherches sur la séparation isotopique par laser

En parallèle à ces actions d'expertise, conformément à la mission donnée au HC de par sa fonction, je menais une évaluation scientifique approfondie du CEA : Conseil Scientifique et Visiting committee. Les sujets, choisis conjointement par l'AG et le HC, donnent lieu à une double évaluation, nationale et internationale. Cette évaluation est synthétisée par une note du HC à l'usage de l'AG et des tutelles.

Sujets traités : Les lasers au CEA ; Les aspects matériaux de la production d'énergie dé-carbonée ; le calcul numérique intensif ; Les technologies du CEA et leur impact environnemental : ressources et recyclage ; ...

Je rendais de plus un rapport d'activités (une fois tous les deux ans) réunissant les résumés exécutifs, discours, notes et lettres officielles. En fin de mandat : bilan d'activité et recommandations.

c. Les travaux effectués

Ne sont listés ci-après que les rapports ayant trait aux missions civiles du CEA, les notes sur la dissuasion relevant du secret défense. Ils ont été remis à son arrivée à l'actuel Administrateur général en mars 2018, c'est à dire avant mon départ en septembre 2018. Il pourra sans doute vous les transmettre. Je les tiens à la disposition de la commission sur demande, ainsi que les notes courtes qui ne sont pas listées.

Etudes globales

Analyse du PMLT 2013-2022 du CEA

Analyse et mise en oeuvre de la refondation de l'I2EN

Analyse et mise en oeuvre de la refondation de l'INSTN

Préparation avis pour les Comités de l'énergie atomique (2013, 2015, 2016, 2018)

Mise en place du Collège d'éthique du CEA présidé par le Haut-commissaire

Conseil scientifique & Visiting Committee

Physique des plasmas et lasers

Matériaux et systèmes pour les énergies dé-carbonées

Calcul haute performance, simulation et analyse de données : les défis scientifiques en anticipation d'une nouvelle génération de super-ordinateurs

Impacts des technologies développées au CEA sur le cycle des matières : des ressources aux déchets (segment 13)

Physique et chimie fondamentales au CEA (segment 23)

Thématiques ayant donné lieu à un rapport à diffusion limitée :

Stockage souterrain des colis de déchets bitumés (janvier 2014)

Analyse de scénarios énergétiques : scénarios de l'Ademe et de l'Ancre (juin 2014)

Le Black-out : une menace permanente pour le système électrique avec des conséquences sanitaires potentiellement graves (août 2014)

Viellissement de l'acier de cuve des Rep du parc électronucléaire français (septembre 2014)

Aspects socio-cognitifs des controverses sur les sciences et les techniques (février 2015)

La chaleur comme vecteur énergétique : quelles priorités pour le CEA ? (septembre 2015)

Bases fondamentales de la radiobiologie et de la radio-cancérogénèse (octobre 2015)

Conditionnements et comportement des déchets magnésiens en stockage (novembre 2015)

Codes de simulation en neutronique et thermohydraulique (juin 2016)

Analyse de l'EPR-NM et des perspectives de réduction de cout (décembre 2016)

Les options de fermeture du cycle nucléaire (juillet 2017)

La microélectronique Post CMOS (octobre 2017)

Analyse du programme de recherche du projet CIGEO (octobre 2017)

Analyse des travaux de la QTR du DOE (novembre 2017)

Conditions du Mix énergétique ENR-Nucléaire et R&D pour le CEA (juin 2018)

Les très grands instruments de recherche (juillet 2018)

Analyses comparative et réflexions sur la sureté nucléaire (article dans la revue Commentaire, 2020)

Analyse des compétences et de l'outil industriel dans la branche AREVA de la filière électronucléaire et réflexions sur la filière (Rapport rendu en en 2018)

Hadronthérapie : quelles perspectives ? (2018)

LE CEA, la biologie et la clinique (2018)

Les PRIT du CEA : le transfert technologique en régions (Rapport rendu en 2018)

Analyse des conditions d'assainissement-démantèlement (Rapport rendu en 2018)

3. Une vue d'ensemble du nucléaire en France

J'avais donné en 2020, à leur demande, une conférence a un groupe informel de jeunes hauts fonctionnaires, « La Tortue », sur la politique électronucléaire en France. Cette vision, donnée après mon départ de fonction, rappelant l'historique, me semble demeurer pleinement d'actualité.

Le programme électronucléaire français a été décidé politiquement et mis en œuvre industriellement par un Etat stratège dans une situation de crise menaçant la souveraineté énergétique du pays. La clé de voûte de cette stratégie était, identifiée dès les années 70, la filière à neutrons rapides qui permettait, le moment venu, de requalifier des déchets en ressources, et d'assurer l'indépendance du pays en termes de ressources en uranium. On a alors un « nucléaire durable », qui n'utilise aucune ressource naturelle par définition épuisable, et résoud la question des déchets. Un système circulaire pratiquement parfait et à émission de gaz à effet de serre minimal.

Dans une situation de crise au moins aussi importante, la crise climatique, et malgré des discours apparemment volontaristes pour la combattre, l'Etat français peine à assumer ce qui est un atout qui lui donne une électricité à 90% décarbonée, et vient de prendre une décision lourde de conséquences en abandonnant la filière à neutrons rapides au moment même ou de grands états impliqués dans le nucléaire comme la Russie ou la Chine accélèrent leurs développements.

Cette décision, faisant suite à une série de renoncements concernant le parc électronucléaire, est emblématique de la disparition de l'Etat stratège en matière énergétique, et de la transition d'un « Etat stratège » vers un « Etat bavard ». Elle est aussi révélatrice d'une désinformation continue concernant cette filière, désinformation acceptée par l'Etat, quand elle n'est pas organisée par lui.

Plusieurs points demandent à être fermement réaffirmés, concernant l'énergie nucléaire :

- **L'électricité générée par le nucléaire est essentiellement décarbonée.** Dans une optique de lutte contre le réchauffement climatique, il est absurde de dépenser des milliards pour décarboner une électricité déjà décarbonée
- **Le démantèlement des centrales est une technologie maîtrisée,** mais elle ne créera pas des emplois à la mesure de ceux que la fermeture des centrales supprimées

- **Le fonctionnement des centrales est sûr** et la létalité de l'énergie nucléaire est faible devant celle des autres sources d'électricité, en particulier de toutes les sources fossiles.
- **La gestion des déchets est garantie par la technologie de vitrification couplée au stockage géologique profond**, deux technologies sur lesquelles la France a une avance reconnue.
- **La question des ressources en uranium est résolue par la technologie des neutrons rapides** et de la fermeture du cycle, qui permettent à la fois d'utiliser l'U appauvri, et de maîtriser le bilan en Pu.
- **Cette filière à neutrons rapides ou la France était pionnière vient d'être abandonnée (en 2018) par une décision à courte vue qui restera dans l'histoire comme un modèle de stupidité ou de cynisme.**

Il est donc important de comprendre comment la cohérence d'une stratégie industrielle a cédé la place à l'opportunisme d'une stratégie de communication.

Le retour sur l'historique de la filière, sur les difficultés industrielles rencontrées, permet de mieux comprendre la situation actuelle.

- Le déploiement de la filière industrielle dans les années 1970, à la suite du choc pétrolier, **s'est appuyée sur une décision politique** (le plan Messmer), **un choix stratégique** (la filière à eau pressurisée) et **une stratégie industrielle** (la structuration de la filière depuis le combustible jusqu'à l'aval du cycle).
- En 20 ans, 58 réacteurs ont été construits, **plaçant la France en tête des nations industrielles de l'énergie nucléaire**, avec un retour d'expérience en matière d'efficacité industrielle et de sûreté inégalée dans le monde.
- **N'avoir pas construit de réacteurs pendant les 20 ans qui ont suivi a conduit à une perte de compétences industrielles**, à une dégradation de l'outil de production, à un délitement du tissu de sous-traitants dont nous payons aujourd'hui le prix.
- La doctrine de libéralisation des marchés **appliquée à un produit (l'électricité) dont la nature non stockable est à ce jour encore incontournable**, et la démission des Etats européens face au besoin pourtant croissant de fournir à tous les citoyens une énergie à bon marché, a conduit à une déstructuration qui a pour conséquence une situation économiquement et politiquement intenable (prix négatifs, déstabilisation des réseaux).
- La gestion de l'intermittence des ENR et leur déploiement massif conjugué avec la perte de capacités pilotables, à plusieurs fois signalée par l'ASN, conduit à une dépendance grave vis-à-vis du gaz, au niveau européen, qui présente un **risque géopolitique grave. L'histoire récente nous en donne la preuve**

Le prix à payer pour ces erreurs historiques sera lourd. La destruction, à l'heure même de l'urgence climatique, de ce qui a été un fleuron industriel du pays et qui constitue un de ses meilleurs atouts dans la lutte contre le dérèglement climatique, l'absence de stratégie claire dans le domaine électronucléaire en ce qui concerne le remplacement du parc, le sacrifice d'outils industriels amortis et au fonctionnement sûr, la confusion entretenue entre la lutte contre le réchauffement climatique (qui suppose une décarbonation de notre énergie), le manque de lucidité sur les liens organiques entre la dissuasion nucléaire et la propulsion et les technologies industrielles du civil, relèvent au mieux de l'ignorance, au pire de l'idéologie.

4. Une étude de cas : le renoncement à la filière Neutrons rapides

Sauf à supposer que personne dans les ministères ou dans les administrations ne lise les rapports techniques, la décision d'arrêt du projet ASTRID a été prise en connaissance de cause.

J'ai écrit quatre notes à ce sujet, le CEA a rendu dans une réunion interministérielle un dossier très complet à la fois sur les aspects techniques du projet, et sur les implications industrielles et en terme de relations internationales. J'ai d'autre part rendu un rapport détaillé sur toutes les options de fermeture du cycle et leur état de maturité. La note que je reproduis ci-dessous date d'août 2017, donc avant que ne soit prise la décision officielle d'arrêt du programme. Elle remet en perspective la décision à prendre en regard de 70 ans d'investissement du contribuable, et avait pour objet de décrire en des termes non techniques les conséquences de la décision à prendre¹.

Sur la nécessité de fermer le cycle des matières nucléaires (extrait de la note d'août 2017)

La problématique de la fermeture du cycle des matières nucléaires constitue une illustration de la nécessité d'une instruction technique approfondie des dossiers.

La « *fermeture du cycle des matières nucléaires* » vise à éviter l'accumulation des déchets nucléaires, dont le déchet majeur est le plutonium, et à tirer le maximum d'énergie des matières premières issues du minerai d'uranium. Il se trouve que les réacteurs à neutrons rapides (RNR) sont capables de brûler tous les isotopes du plutonium et donc de transformer ce déchet en ressource. Ils peuvent également brûler l'uranium naturel et l'uranium appauvri. Les RNR peuvent donc transformer les déchets, en particulier le plutonium, en ressource, et consommer toutes les matières fissiles issues de la mine. Ce faisant, de facto, les RNR permettent une gestion rationnelle de la ressource « site de stockage profond ».

J'ai d'ailleurs remis un rapport à la demande conjointe du Président d'EDF et de l'Administrateur général du CEA, qui montre que, parmi les différentes possibilités techniques pour réaliser la fermeture du cycle, le RNR à caloporteur sodium est l'option technologique la plus mature.

Par contre l'obsession qui semble répandue au sein de certains services de l'administration centrale du pays de « brûler le Pu le plus vite possible » n'a pas de sens, sauf à se placer dans une logique de sortie du nucléaire, ce qui est en contradiction avec la politique voulue par le Président de la République. En effet, n'en déplaise à certains, le rééquilibrage du mix électrique ne contient pas l'engagement d'une sortie à plus ou moins long terme du nucléaire. Et en tout état de cause, une telle option ne pourrait pas être décidée implicitement par la force des choses et l'enchaînement des décisions.

Ma compréhension de la volonté présidentielle est la suivante : le nucléaire est une composante majeure et durable du mix électrique français et le débat actuel porte sur l'évolution de la part de cette composante dans le mix énergétique et le calendrier de cette évolution. Il en ressort que la France restera encore longtemps un grand pays nucléaire, même à 50% de son mix électrique.

Actuellement, personne n'est capable de dire quelle proportion d'énergies dé-carbonées non nucléaires est compatible avec nos sociétés industrielles. On ne sait pas quelles sont les capacités de stockage réalistes, on ne sait pas les modifications indispensables du réseau de distribution, on ne sait pas quelle part de production et de consommation localisées est compatible, non seulement avec un mix énergétique donné, et enfin la production à partir d'énergies fossiles d'une électricité dé-carbonée rendue possible par un stockage de masse du CO₂ est à ce jour un vœu pieux.

Cependant, l'utilisation, même « modérée » du nucléaire impose de fermer le cycle sauf à laisser la filière nucléaire s'étouffer sous ses propres déchets. Ne pas fermer le cycle condamnerait, à terme, le nucléaire dans notre pays. Fermer cette option sans le dire, forcerait la décision politique de façon malhonnête en donnant *de facto* au nucléaire un statut d'énergie de transition. Garder l'option de fermeture du cycle laisse au contraire possible l'usage du nucléaire dans la proportion qui sera nécessaire car à tout moment le flux de matières entrant et sortant sera équilibré, sans accumulation, comme c'est le cas actuellement, de déchets non ultimes.

Ne pas fermer le cycle, c'est rendre le nucléaire non viable parce que non durable ; c'est tout simplement irresponsable, et c'est politiquement indéfendable car on prive le politique d'une marge de manœuvre et, *de facto*, on « décide » à sa place.

Finalement, que ce point de vue d'arrêt des études sur la fermeture du cycle soit un calcul comptable à court terme, une méconnaissance de l'ensemble du problème énergétique, ou une mise en cause de la société industrielle, est indifférent. Ce qui est bien plus grave dans cette fin programmée du nucléaire, c'est une manière inadmissible de piéger le politique pour le forcer ensuite à une seule « décision ». Au contraire, fermer le cycle c'est laisser ouvert le champ des options de gestion des matières et des déchets ultimes de façon à pouvoir prendre au fur et à mesure, rationnellement, les décisions politiques et techniques qui sont les meilleures pour le pays.

Décliné avec ces arguments, vous comprenez pourquoi je considère, que les RNR ne sont pas un projet du CEA mais la *clé de voûte*, dans l'état actuel des choses qui résulte des choix historiques qui ont été faits, d'une politique énergétique à la fois rationnelle et respectueuse de la capacité de décision politique du gouvernement du pays. D'autres pays comme la Russie, la Chine ou l'Inde ne s'y sont pas trompés ; ils avancent résolument sur la voie des RNR dont ils ont bien perçu l'importance stratégique.

Il reste que les détails de la conception du projet Astrid sont encore ouverts et que l'ensemble du programme ferait parfaitement sens dans un contexte de collaboration internationale. C'est cette analyse qu'il faut mener d'ici à 2019. Mais on ne peut la mener sereinement que si l'intérêt de mener le projet est clairement perçu et sans ambiguïté.

Last but not least, l'argument de possibilité de développer une filière qui valorise 70 ans d'investissement du contribuable, dans laquelle la France a une avance avérée, est un argument de plus, qui est plausible si on pense que le nucléaire a un avenir dans le monde (il y a quand même 200 centrales programmées...) mais cela suppose une filière nucléaire en France « *remise au carré* » avec des dirigeants disposant d'une vraie stratégie qui ne se borne pas à équilibrer les lignes ou à faire des annonces médiatiques.

- La fermeture du cycle est une condition indispensable pour un nucléaire durable, quelle qu'en soit la proportion
- Les RNR sodium sont la technologie la plus mature pour réaliser cette fermeture.
- Ne pas fermer le cycle contraint le politique à faire par anticipation un choix de sortie du nucléaire, alors même qu'il n'est pas assuré que les technologies pour s'en passer soient disponibles.

- Il faut sortir de la diabolisation du plutonium cesser de l'accumuler comme un déchet pour l'utiliser comme une ressource.
- C'est le prix de l'uranium qui dictera la cinétique de déploiement de cette ressource
- Faire le choix de la fermeture du cycle laisse au politique, à la mesure des progrès dans les ENR, la possibilité de choisir, au lieu de se laisser forcer la main par des doctrinaires.

Voilà les informations auxquelles les décideurs politiques avaient accès, quand bien même ils n'auraient pas lu ou fait lire les rapports détaillés qui avaient précédé et que leurs conseillers techniques avaient eus en main.

Il est très important de comprendre que la filière à neutrons rapides est la clé de la fermeture du cycle, que la fermeture du cycle est la clé d'un nucléaire durable et indépendant en terme de ressources, qu'à ce titre c'est un outil de souveraineté nationale du point de vue énergétique et du point de vue industriel. Mais de façon liée, la capacité industrielle à construire dans la durée des réacteurs nucléaires est essentielle pour répondre aux besoins industriels de la propulsion nucléaire, et donc à la crédibilité de la dissuasion. C'est donc aussi un outil essentiel pour la souveraineté nationale au sens militaire. Et comme outil de souveraineté, il est indispensable de penser les collaborations internationales éventuelles sur ce sujet dans le cadre de leurs implications géopolitiques. Ce que faisait la collaboration avec le Japon.

L'abandon de la filière avec l'arrêt d'Astrid est plus qu'une erreur, c'est une faute grave. Espérons que nous saurons rattraper l'erreur sans en commettre de plus graves encore en terme d'abandon de souveraineté.

Mais comme le disait cruellement Jonathan Swift

« Pourquoi espérer qu'ils puissent écouter des conseils quand ils ne sont pas même capables d'entendre des avertissements ? »

5. Au cœur du problème : l'instruction scientifique des dossiers politiques

La faiblesse des analyses conduisant aux décisions de l'Etat pose question.

La doxa prônant le passage de 75% à 50% de la capacité électronucléaire, la confusion entre la puissance installée et la puissance délivrée, l'omission des coûts de réseau et de stockage dans l'évaluation des aspects économiques des différentes sources d'électricité, le refus de procéder à une analyse de fond des expériences faites chez nos voisins, témoignent au mieux d'une naïveté confondante.

La propension à considérer que des technologies en développement (l'hydrogène comme vecteur énergétique, les smart grids...) peuvent être, en situation d'urgence climatique, des technologies à déployer massivement dans l'instant, témoigne d'une méconnaissance profonde des délais de développement : **quand on doit répondre à une urgence, on se doit d'utiliser en priorité les technologies déjà disponibles. Et l'urgence climatique est patente depuis au moins dix ans.**

Inversement, la procrastination sur toutes les décisions concernant le nucléaire, la politique d'annonce dans l'attente des décisions concrètes de mise en chantier, montre une ignorance stupéfiante de l'inertie intrinsèque des industries lourdes et de la nécessité d'une vision stable à long terme pour conserver au bon niveau un outil industriel.

L'incapacité à penser l'ensemble d'un système énergétique conduit à des PPE qui sont un collier de « perles-gadget » au moment où on aurait besoin d'un câble robuste.

Ces constatations sont autant de signes que l'analyse scientifique et technique a déserté les rouages décisionnels de l'état.

Votre commission peut et doit rechercher les responsables du désastre. Mais la situation est trop grave pour se contenter de « coup de com » en faisant venir telle ou telle « star ».

Au-delà des anciens ministres que vous pouvez auditionner « pour le fun », en étant à peu près sûr de n'avoir que des effets de manche, c'est dans les structures des cabinets et de la haute administration qui sont censés analyser les dossiers pour instruire la décision politique qu'il faut chercher les rouages de la machine infernale qui détruit mécaniquement notre souveraineté énergétique et industrielle.

Pour ce qui concerne la politique nucléaire, pourquoi, en six ans de mandat et malgré des demandes réitérées je n'ai vu se réunir le comité à l'énergie atomique que deux fois, et une seule fois dans sa configuration légale (alors qu'il aurait dû être réuni chaque année - ce qui a été le cas pour la version « défense ») ? Pourquoi est-il rarissime d'avoir un retour sur un rapport technique ? Pourquoi tant de rapports - le rapport Descatha-Collet Billon par exemple disparaissent ils sans laisser de traces ? pourquoi les avis réitérés des académies des sciences et des technologies sont-ils reçus par un silence poli ?

Ces dysfonctionnements ont des causes profondes.

La première est **l'inculture scientifique et technique de notre classe politique**. Dans la génération qui a reconstruit le pays, les élèves de l'ENA recevaient un cours de Louis Armand sur les sciences et les technologies de la France industrielle. Cela ne faisait pas d'eux des ingénieurs, mais cela leur donnait la mesure du problème. Et cette connaissance les rendait beaucoup plus efficaces que ne peuvent l'être des ingénieurs n'ayant d'ingénieurs que le titre.

La seconde est **le rôle des « conseillers techniques »** dans les cabinets ministériels. Quel que soit le prestige de leur diplôme, ils se retrouvent à conseiller sur des sujets qu'ils ne maîtrisent généralement pas un ministre qui ne se pose même pas la question. Leur premier souci sera trop souvent de ne dire à leur ministre que ce qu'il a envie d'entendre pour ne pas nuire à leur carrière à venir. Il n'est guère surprenant que lesdits conseillers n'aient qu'un enthousiasme limité à réunir un comité à l'énergie atomique qui aurait tôt fait de mettre à jour leur lacunes.

Au fond, au-delà de la question du nucléaire et de la souveraineté énergétique, c'est l'instruction scientifique et technique des dossiers politiques qui doit être repensée de fond en comble. Que les corps techniques de l'état forment correctement leurs jeunes entrants au lieu de se contenter d'être les chiens de garde de chasses gardées, que les conseillers soient en état de conseiller, c'est-à-dire réapprennent à analyser le fond des dossiers, à challenger les experts qui leur rapportent, au lieu de n'être nommés que sur la foi d'un titre fraîchement acquis.

De telles instances existent aux USA, au Royaume Uni, et elles fonctionnent. J'ai eu à examiner les rapports QER et QTR sur la transition énergétique produits sous la présidence de B.Obama (cette analyse a d'ailleurs été transmise au ministère de l'environnement et au ministère de l'industrie, et bien sûr au premier ministre et au président de la république). La qualité du travail effectué reflétait à la fois la rigueur de la procédure et l'intérêt pour l'exécutif américain de l'époque d'avoir un tel avis.

Il serait peut-être temps de s'y intéresser.

www.christian-biales.fr