



HAL
open science

2 degrés, 1.5 degrés, neutralité carbone... Petite histoire des objectifs climatiques à long terme

Hélène Guillemot

► To cite this version:

Hélène Guillemot. 2 degrés, 1.5 degrés, neutralité carbone... Petite histoire des objectifs climatiques à long terme. Droit et changement climatique. Regards croisés à l'interdisciplinaire », M. Torre-Schaub (ed.), éditions Mare et Martin, 2020. hal-03094853

HAL Id: hal-03094853

<https://hal.science/hal-03094853>

Submitted on 4 Jan 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

2 degrés, 1.5 degrés, neutralité carbone... Petite histoire des objectifs climatiques à long terme

Hélène Guillemot

Chargée de recherche, Centre Alexandre Koyré, CNRS

Guillemot H. (2020). 2 degrés, 1,5 degrés, neutralité carbone... Petite histoire des objectifs climatiques à long terme, in "*Droit et changement climatique. Regards croisés à l'interdisciplinaire*", M. Torre-Schaub (ed.), éditions Mare et Martin.

La prise en charge du problème du changement climatique est souvent associée à la limite de réchauffement planétaire de 2°C par rapport à la température moyenne préindustrielle. Pourtant 2°C n'est devenu un objectif global qu'en 2009 à la COP de Copenhague ; et depuis l'Accord de Paris de 2015, c'est l'objectif de 1.5°C qui est sur le devant de la scène... En passe d'être supplanté par l'objectif de neutralité carbone, ou « zéro émission nette », qui tend à s'imposer à toutes les échelles et dans de nombreux secteurs. Ce texte retrace l'histoire des objectifs à long terme dans la question climatique depuis le début des années 1990 ainsi que des débats qu'ils ont suscités chez les scientifiques et les experts de la question climatique.

I- 1990 – 2009. L'ascension des 2°C¹

Depuis l'émergence du changement climatique sur la scène politique mondiale au tournant des années 1990, les sciences jouent un rôle central dans le cadrage du problème. Alertant sur le risque de réchauffement global bien avant que les effets en soient observables, la climatologie physique a défini le changement climatique anthropogénique comme un problème de modification de l'équilibre radiatif global résultant des émissions de gaz à effet de serre par les activités humaines. Ainsi appréhendé, le problème ne peut être résolu que par une réduction globale de ces émissions grâce à une politique de coopération à échelle planétaire².

La dimension de long terme est inhérente à cette définition. La Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC), signée à Rio de Janeiro en 1992, affirme dès son article 2 que son « objectif ultime » est de « stabiliser la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique ». Déjà dès les années 1970 et 80, bien avant la création du GIEC et de la CCNUCC, on trouve des références à un réchauffement maximum de 2°C dans divers documents d'experts. Un des précédents importants est un workshop organisé en 1987 à Bellagio (Italie) par six éminents scientifiques soucieux d'alerter le politique sur le problème climatique, le Groupe consultatif sur les gaz à effet de serre (AGGG)³. A l'issue de

¹ Cette section sur l'ascension de l'objectif de 2°C s'appuie sur plusieurs travaux, en particulier : Cointe, Béatrice, Paul-Alain Ravon, and Emmanuel Guérin. 2°: *the history of a policy-science nexus*. working paper, IDDRI, 2011, 28; Aykut, Stefan, and Amy Dahan. "Le régime climatique avant et après Copenhague: sciences, politiques et l'objectif des deux degrés." *Nature, Sciences, Sociétés* 19, no. 2 (2011): 144-157; Randalls, Samuel. "History of the 2°C climate target." *Wiley Interdiscip Rev Climate Change* 1 (2010): 598-605.

² Miller, Clarke. "Climate Science and the Making of a Global Political Order." In *States of Knowledge: The Co-production of Science and Social Order*, by Sheila Jasanoff, 46-66. London: Routledge, 2004.

³ S. Randall, 2010, op. cit.

ce workshop, le groupe adresse pour la première fois des recommandations au politique : le monde ne doit pas se réchauffer plus vite que 0,1°C par décennie et la hausse de température ne doit pas dépasser 2°C. Mais l'AGGG est considéré comme peu représentatif et trop activiste. L'année suivante, l'Organisation Météorologique Mondiale et le Programme des Nations Unies pour le Développement mettent en place une institution d'expertise intergouvernementale dotée de procédures plus rigoureuses, le GIEC.

A la suite de la Convention climat de 1992, des experts cherchent à préciser ce qu'on entend par « réchauffement dangereux » et ce qu'il s'agit de stabiliser : la concentration des gaz à effet de serre, leurs émissions, ou encore la température moyenne globale. En Allemagne, un influent thinktank, le WBGU (Conseil scientifique pour les changements environnementaux globaux) propose d'adopter une limite de réchauffement moyen de 2°C, déterminée en considérant qu'on ne doit pas s'éloigner de la plage de températures dans laquelle se sont développés les humains et les écosystèmes depuis 120 000 ans⁴. Le chiffre de 2°C commence à circuler dans des milieux d'experts ; en 1996 l'Allemagne adopte ce seuil de température, associé à un objectif de stabilisation des concentrations des gaz à effet de serre dans l'atmosphère de 550 ppm (parties par million). Ces valeurs correspondent alors à un risque jugé tolérable mais aussi à un objectif considéré comme accessible. Quelques mois plus tard, l'objectif de température globale de 2°C est adopté par le Conseil des ministres de l'environnement de l'Union Européenne.

Mais durant cette décennie 1990, le seuil de 2°C n'émerge pas encore à l'échelle internationale, que ce soit sur le plan politique ou scientifique. Les climatologues préfèrent la métrique de la concentration des gaz à effet de serre, plus robuste et moins entachée d'incertitude que la température moyenne. Les premiers rapports du GIEC se focalisent sur le contrôle des émissions plus que sur la température. Si la mention des 2°C figure dans le deuxième rapport en 1995, ce n'est pas en tant qu'objectif mais comme une prospective : 2°C correspond à l'estimation moyenne du réchauffement qui sera atteint en 2100 en se basant sur une sensibilité climatique moyenne et sur un scénario moyen d'émission de gaz à effet de serre. Du côté des négociations internationales, l'idée d'objectif à long terme reste encore en marge ; le protocole de Kyoto, en 1997, n'assigne que des objectifs d'émission à court terme, et seulement aux pays industrialisés.

Le troisième rapport du GIEC, publié en 2001, désigne pour la première fois des seuils de température à risque. Son résumé pour les décideurs comporte une figure qui associe de façon synthétique les émissions de gaz à effet de serre, leurs concentrations atmosphériques, les températures moyennes correspondantes, et six indicateurs d'impact du changement climatique, avec des couleurs allant du jaune au rouge pour représenter le risque en fonction de la hausse de température : la plupart des indicateurs d'impact deviennent rouge vers 2°C. Cette figure, abondamment reproduite, est considérée comme ayant exercé une certaine influence politique. Il est intéressant de noter que la référence aux seuils de température dans ce troisième rapport est elle-même inspirée par les limites adoptées par l'Union européenne⁵.

Au début des années 2000, les objectifs à long terme, en température et en concentration, circulent à nouveau dans la littérature scientifique et d'expertise. En 2005 l'Union européenne et plusieurs pays proposent l'adoption d'un objectif de 2°C au niveau global, sans succès dans un premier temps; mais à la COP de Bali en 2007, le plan d'action pour succéder au protocole de Kyoto après 2012 se réfère pour la première fois à une « vision » et à un objectif à long terme pour la réduction des émissions. Le quatrième rapport du GIEC, sorti aussi en 2007, qui

⁴ S. Aykut et A. Dahan, 2011, op. cit.

⁵ B. Cointe, P.-A. Ravon et E. Guérin, 2011, op. cit.

doit servir de référence aux négociations post-Kyoto, comprend plusieurs tableaux alignant niveaux d'émission, variables caractérisant les impacts et trajectoires de stabilisation avec températures. Dans les débats d'experts préparant l'après Kyoto, parmi les différents choix d'objectifs de long terme quantifiés par les scientifiques et les économistes et discutés par les négociateurs, se détache la stabilisation à 2°C, associée maintenant à la concentration de 450 ppm⁶. Entre 2007 et 2009 le seuil de 2°C est de plus en plus cité dans la littérature spécialisée comme dans l'espace public malgré des critiques (sur lesquelles on reviendra plus loin). Le seuil de concentration associé, en revanche, est rapidement évincé : la température moyenne globale est en effet considérée comme plus facile à communiquer et à comprendre. Certes, elle revêt des significations diverses selon les contextes et les acteurs qui l'utilisent (par exemple l'année de base choisie pour déterminer le réchauffement, ou l'horizon temporels ne sont pas toujours clairs) ; mais dans les négociations ou dans les discours publics, ces ambiguïtés constituent plutôt des ressources pour trouver un accord sans prendre d'engagements précis⁷.

L'objectif de 2°C s'arrime de plus en plus solidement dans le paysage. C'est en 2009, à l'issue de la COP de Copenhague, qu'il est pour la première fois inscrit dans le document final. La COP de Copenhague a souvent été considérée comme un échec au regard de l'espoir d'un accord universel qu'elle avait soulevé. Le texte de quelques pages, obtenu à l'arraché après des négociations difficiles, marque un tournant crucial de la gouvernance du climat, qui abandonne l'approche « top-down » de partage du fardeau pour une approche « bottom-up » fondée sur les engagements volontaires des Etats en matière de réduction d'émissions⁸. Mais ce même texte comporte aussi, pour la première fois, un objectif global et à long terme. Le seuil de réchauffement global de 2°C sera adopté officiellement l'année suivante à la COP de Cancun.

Ainsi, l'objectif de 2°C a été construit dans des échanges constants entre science et politique du climat. Il n'a pas été déterminé par « la science » comme l'affirment les acteurs politiques, mais il n'est pas non plus issu de négociations seulement politiques comme le disent souvent les scientifiques⁹. Les rapports du GIEC constituent une référence importante dans les arènes des négociations, mais ils sont eux même influencés par le processus politique¹⁰. L'histoire de l'objectif de 2°C peut être considérée comme un cas d'école de coproduction entre ordres scientifique et politique¹¹, ce qui lui a conféré une légitimité dans ces deux champs. L'objectif de 2°C réunit aussi les caractéristiques d'un « objet frontière »¹² tout à la fois assez stable et assez flexible pour servir d'interface entre différents domaines du changement climatique, entre scientifiques et politiques, et entre parties dans la négociation.

⁶ Et non plus 550 ppm comme auparavant, pour des raisons scientifiques liées, notamment, à la prise en compte des gaz à effet de serre autres que le CO₂.

⁷ B. Cointe, P.-A. Ravon et E. Guérin, 2011, op. cit.

⁸ Voir par exemple Olivier Godard, "Négociations sur le climat : la bifurcation opérée à Copenhague en 2009", *Critique internationale* 2011/3 (n° 52), p. 87-110 et S. Aykut et A. Dahan 2011 op. cit.

⁹ « In our view, the current 2° C UNFCCC target is a compromise between what is deemed possible and desirable, rather than a 'planetary boundary' that clearly separates a 'safe' from a 'dangerous' world" (Knutti, Reto, Rogelj, Joeri, Sedlacek, Jan, and Fischer, Erich. "A scientific critique of the two-degree climate change target." *Nature Geoscience* 9 (2016): 13-18.)

¹⁰ B. Cointe, P.-A. Ravon et E. Guérin, 2011, op. cit.

¹¹ Jasanoff, Sheila. *States of Knowledge: The Co-production of Science and Social Order*. London: Routledge, 2004.

¹² Star, Susan L., and James R. Griesemer. 1989. "Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary-Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39." *Social Studies of Science* 19 (3): 387-420.

II – 2009 – 2015. Critique des 2°C et montée des 1,5°C¹³

Tandis que la limite de 2°C s'imposait dans les négociations climat, certains groupes de pays cherchaient à proposer un objectif encore plus ambitieux : le seuil de réchauffement de 1.5°C associé à un taux atmosphérique de CO₂ de 350 ppm. En première ligne, l'Alliance des petits états insulaires (AOSIS) considère qu'un réchauffement de 2°C ne suffirait pas à empêcher l'engloutissement de nombreuses îles par la montée du niveau des océans. En 2009 l'AOSIS s'associe au groupe des pays les moins industrialisés (LDC) et aux pays d'Afrique pour fonder le Climate Vulnerable Forum, avec l'appui d'ONG et de leaders de pays en développement (comme le Bangladais Saleemul Huq, spécialiste de l'adaptation au changement climatique). A la COP de Copenhague, cette coalition d'acteurs obtient que la déclaration finale – celle-là même qui fixe l'objectif de 2°C dans son article 2- comporte un dernier article appelant à « une révision de l'objectif à long terme » et se référant à l'objectif 1.5°C¹⁴. Ainsi, même si on l'a peu relevé à l'époque, l'objectif des 1.5° était déjà en gestation à Copenhague.

Dans le cadre de cette révision de l'objectif à long terme, les articles, rapports et débats sur la limite de 2°C se sont multipliés et les points de vue se sont révélés bien plus divers que le consensus officiel sur 2°C pouvait le laisser croire. Certains, comme le climatologue géographe Mike Hulme, critiquent, la focalisation sur l'échelle globale qui produit une « vision décontextualisée, top-down, de la connaissance sur la planète » effaçant les différences culturelles et locales et conduisant à la « réification » de la température moyenne¹⁵. D'autres mettent en cause le choix d'un objectif de température : dans un article de la revue *Nature* intitulé « Ditch the 2°C warming goal » (« laisser tomber l'objectif de 2°C »), un politiste et un physicien critiquent l'objectif de température moyenne globale comme politiquement contre productif et scientifiquement peu pertinent, et proposent de le remplacer par « un ensemble de signes vitaux planétaires »¹⁶. Cet article a suscité des dizaines de réponses de scientifiques et d'environnementalistes, qui défendaient la température moyenne comme le meilleur indicateur sur le plan scientifique, car elle peut être connectée à la fois aux émissions et aux impacts, aux climats passés et futur. Mais le cœur du débat porte sur la valeur du seuil de 2°C : plusieurs articles et rapports alertent sur la difficulté d'atteindre cet objectif¹⁷, tandis que d'autres, au contraire, affirment qu'il est possible de respecter cette limite¹⁸.

L'objectif 1.5°C fait maintenant partie du débat. Dans le cadre de la révision de l'objectif global à long terme, la Convention climat met en place un « dialogue structuré d'experts »

¹³ Cette section ainsi que la section 4 se basent sur un travail réalisé dans le cadre du projet ClimaCOP financé par l'IFRIS (2015-2016) autour de la COP 21 (voir aussi Guillemot Hélène (2017). "The necessary and inaccessible 1.5°C objective. A turning point in the relations between climate science and politics?", in *Globalizing the climate : COP 21 and the climatisation of global debate*, S. Aykut, J. Foyer, E. Morena (ed.), 39 – 56, Routledge)

¹⁴ Accord de Copenhague, article 12 : « We call for an assessment of the implementation of this Accord to be completed by 2015, including in light of the Convention's ultimate objective. This would include consideration of strengthening the long-term goal referencing various matters presented by the science, including in relation to temperature rises of 1.5 degrees Celsius. »

¹⁵ Hulme, Mike. "Problems with making and governing global kind of knowledge." *Global Environmental Change* 20 (2010): 558-564.

¹⁶ Victor, David, and Charles Kennel. "Climate Policy: Ditch the 2° warming goal." *Nature* 514 (2014): 30-31.

¹⁷ Friedlingstein, Pierre, et al. "Persistent growth of CO₂ emissions and implications for reaching climate targets." *Nature Geoscience* 7 (2014): 709-715; Peters, Glen, et al. "The challenge to keep global warming below 2°." *Nature Climate Change* 3 (2013): 4-6.

¹⁸ Rogelj, Joeri, et al. "Emission pathways consistent with a 2° global temperature limit." *Nature Climate Change* 1 (2011): 413-418; van Vuuren, Detlef, et al. "RCP 2.6: exploring the possibility to keep global mean temperature increase below 2°." *Climatic Change* 109 (2011): 95-116.

(*structured expert dialogue*) constitué de scientifiques et des représentants des états, qui rend en mai 2015 un rapport de 200 pages affirmant que l'objectif de 2°C ne permet pas de sauvegarder certains pays, populations et écosystèmes – en se fondant sur le tout récent 5ème rapport du GIEC faisant état d'impacts graves même pour un réchauffement de 2°C. Ce rapport affirme aussi que l'objectif 1.5°C est théoriquement atteignable, en s'appuyant sur les (très rares) scénarios d'émission qui parviennent à rester sous ce seuil. Dans le sillage de ce premier rapport issu du « dialogue d'experts », plusieurs instituts, thinktanks et ONG en produisent d'autres plaidant aussi pour l'objectif 1.5°C en reprenant ces données. Même la Banque Mondiale sort un rapport affirmant que l'objectif de 1.5°C est « techniquement et économiquement faisable »¹⁹.

Entre 2009 et 2015, l'objectif des 1.5°C monte ainsi en puissance à la fois scientifiquement et politiquement. Dans les mois précédant la COP de Paris, le Climate Vulnerable Forum mène un lobbying actif auprès des délégations et de la société civile avec l'aide de thinktanks et de fondations philanthropiques assistées de conseillers scientifique²⁰. Leur argumentaire s'appuie sur les rapports qu'ont vint de mentionner, et sur l'opposition entre pays développés et en développement : l'objectif de 2°C a été fixé par l'Europe et les pays développés, arguent-ils, mais pour les pays pauvres, le seuil dangereux à ne pas dépasser est 1.5°C ; ne pas accepter cet objectif, c'est dire aux pays vulnérables qu'on ne veut pas les protéger. Peu avant la Conférence de Paris, une « coalition de haute ambition » est créée par le gouvernement des îles Marshall (assisté par une fondation philanthropique) exigeant une référence au seuil de 1,5 °C comme préalable à tout accord. Ralliant des ONG et de nombreux pays - dont la France, les Etats-Unis, et finalement la Chine et l'Inde - cette coalition obtient la mention des 1.5°C dans l'accord, saluée par tous. L'objectif 1.5°C satisfaisait tout le monde : les pays pauvres d'abord, qui pouvaient espérer que la reconnaissance de ce seuil de dangerosité se traduise par des réparations en cas de dépassement ; mais aussi les pays développés qui ont obtenu la signature des pays pauvres sans garantie de compensation. Enfin les ONG, les fondations philanthropiques et les institutions onusiennes, soucieuses d'éviter une répétition de l'échec de Copenhague, considèrent que l'objectif de 1.5°C peut pousser de nombreux acteurs à l'action.

Même si le succès de l'objectif des 1.5°C s'est joué dans les derniers jours de la Conférence, il est le résultat d'une volonté politique et d'une stratégie offensive. Mais ce succès s'appuie aussi, on l'a vu, sur des rapports et travaux scientifiques, en particulier des scénarios d'émissions de CO₂. Entre 2009 et 2015, alors que les rejets de CO₂ ne cessaient d'augmenter, de plus en plus de publications scientifiques affirmaient que l'objectif de 2°C (voire de 1.5°C) était accessible. Alors qu'en 2009, 85% des climatologues ne croyaient pas à la possibilité de rester sous les 2°C selon une enquête du quotidien britannique *The Guardian*²¹, dans les années qui suivent, des scénarios de décarbonation de plus en plus optimistes sont publiés. Pour comprendre cet étrange paradoxe, il faut revenir sur l'histoire des scénarios, des modèles qui les produisent, du concept de « budget carbone » – et aussi sur

¹⁹ Un des auteurs du rapport de la Banque Mondiale sur l'objectif 1.5°C est Bill Hare, ancien responsable de la politique climatique à Greenpeace et fondateur de Climate Analytics, thinktank allemand fournissant une expertise technique sur le changement climatique aux pays les plus vulnérables (voir Morena, Edouard (2017) "Follow the money: climate philanthropy from Kyoto to Paris", in *Globalizing the climate : COP 21 and the climatization of global debate*, S. Aykut, J. Foyer, E. Morena (ed.), Routledge.)

²⁰ E. Morena, 2017, op. cit.

²¹ Le sondage a été réalisé par le Guardian lors d'une conférence scientifique en 2009 à Copenhague en prélude à la COP. Sur 1756 personnes interrogées, 260 ont répondu dont 200 chercheurs en sciences du climat <https://www.theguardian.com/environment/2009/apr/14/global-warming-target-2c> (site consulté le 29/04/2019)

l'apparition des technologies dites « d'émissions négatives » qui permettent d'atteindre ces objectifs dans les modèles.

III – Modèles intégrés, budget carbone et émission négatives

Les instruments privilégiés, voire hégémoniques d'élaboration de scénarios du futur sont les modèles intégrés, ou IAM (Integrated Assessment Models), gros modèles numériques constitués de différents modules représentant des systèmes naturels, techniques et humains. Les IAM modélisent à échelle globale l'évolution de paramètres représentant l'interaction entre ces divers systèmes, pour produire des scénarios (ou trajectoires) quantifiés des évolutions socio-économiques globales et des émissions de CO₂ qui en découlent. Contrairement aux modèles de climat qui sont des modèles physiques, les modèles intégrés ne sont pas fondés sur une base théorique commune; certains s'apparentent à des modèles d'ingénieurs, d'autres à des modèles d'agronomie ou à des modèles économiques²².

L'histoire des IAM épouse le rythme des rapports successifs du GIEC. Dans les années 1990 deux modèles intégrés seulement ont produit les scénarios d'émission de CO₂ pour les deux premiers rapports du GIEC de 1990 et 1995. Pour le troisième rapport en 2001, six centres de recherche développent des IAM. A partir du milieu des années 2000, une nouvelle approche est adoptée, et les scénarios socio-économiques jouent un rôle beaucoup plus important dans le cinquième rapport du GIEC, où ils sont considérés comme essentiels pour guider les politiques²³. La communauté des IAM se voit confier le développement de « trajectoires représentatives de concentrations » qui servent d'entrée aux modèles de climat, et produit 1184 scénarios qui sont évalués dans le cinquième rapport du GIEC. Cette communauté, qui développe maintenant une trentaine de modèles intégrés, se structure et se dote d'institutions ; la quasi totalité des scénarios sont intégrés à de gros projets d'intercomparaison de modèles et gérés par des bases de données standardisées²⁴. Parmi les centres de recherches qui produisent les IAM, trois sont particulièrement influents, tous européens : le PBL (institut d'expertise environnementale des Pays-Bas), l'IIASA (International Institute for Applied System Analysis) basé à Vienne (Autriche) et le PIK (Postdam Institute for Climate Impact Research) en Allemagne.

Pour saisir comment ces scénarios parviennent à respecter l'objectif de 2°C, il est utile de se référer à un concept scientifique imaginé en 2009 pour résumer de façon simple le problème climatique : le budget carbone²⁵. Le CO₂ émis s'accumule dans l'atmosphère et ne disparaît que très lentement, si bien que le réchauffement produit par les activités humaines est quasi proportionnel à la quantité totale de CO₂ qu'elles rejettent. Autrement dit, à tout objectif de température correspond un budget global de CO₂. Par exemple un réchauffement de 2°C par rapport à la température moyenne préindustrielle correspond à un rejet total de 3000 gigatonnes (milliards de tonnes, ou Gt) de CO₂ par les humains depuis cette époque; un réchauffement de 1,5°C correspond à 2500 Gt rejetées etc. Sachant combien l'humanité a émis depuis l'ère industrielle (environ 2000 Gt), on obtient par soustraction le budget restant pour chaque objectif de température donné – environ 1000 Gt si on vise 2°C ou 500 Gt pour

²² Cointe, Béatrice, Cassen, Christophe, et Nadaï, Alain (2019). Organising policy-relevant Expertise on Climate Action: the Community of Integrated Assessment Modelling. *Science and Technology Studies*, xxxxx

²³ B. Cointe, C. Cassen et A. Nadaï 2019, op. cit. ; Edenhoffer, Otmar, and Martin Kowarsch. "Cartography of pathways: a new model for environmental policy assessment." *Environmental Science and Policy* 51 (2015): 56-64.

²⁴ B. Cointe, C. Cassen et A. Nadaï 2019, op. cit.

²⁵ Allen, Myles, et al. "Warming caused by cumulative carbon emissions toward the trillions tone." *Nature* 458 (2009): 1163-1166.

1.5°C (il ne s'agit là que d'ordres de grandeur)²⁶. Sachant que l'humanité émet globalement aujourd'hui de l'ordre de 40 Gt de CO₂ chaque année, on peut calculer qu'il ne reste qu'une dizaine d'années d'émission au rythme actuel avant d'atteindre le budget correspondant à l'objectif 1.5°C – et un peu plus de 20 ans pour l'objectif 2°C. Rester sous un réchauffement de 1.5°C à la fin du siècle suppose par conséquent de ne plus émettre que 500 Gt à l'échelle planétaire d'ici 2100, donc de faire chuter les émissions de CO₂ très rapidement sur tout le globe pour atteindre « zéro émission » d'ici le milieu du siècle... Comme cela semble peu réalisable - d'autant que certaines émissions liées à l'agriculture, à l'élevage ou à l'aviation sont difficiles voire impossible à réduire - les scénarios autorisent un dépassement temporaire (« overshoot ») du budget, suivi par un « pompage » du CO₂ excédentaire dans la seconde moitié du XXI^{ème} siècle, grâce à des technologies dites « d'émissions négatives ». Comme le remarque un expert, alors que le concept de budget était supposé mettre en évidence les contraintes physiques aux yeux des politiques, il permet ici de créer un mécanisme de dette qui introduit une flexibilité.

Dans le cinquième rapport du GIEC, presque toutes les trajectoires socioéconomiques qui permettent de rester sous un réchauffement de 2°C d'ici la fin de ce siècle avec une probabilité d'au moins 50% recourent à des technologies d'émission négatives à grande échelle²⁷. Pour réaliser leurs scénarios en fonction d'un objectif de température donné, les modèles choisissent la technologie à meilleur coût au sein d'un portfolio. La technologie qu'ils mobilisent le plus est la « bioénergie combinée avec la capture et le stockage du CO₂ » (ou BECCS pour Bioenergy with Carbone Capture and Storage), car elle est considérée comme relativement accessible et peu coûteuse. Le principe est de cultiver des plantes à croissance rapide que l'on brûle dans des centrales thermiques pour produire de l'énergie, de capturer le CO₂ émis dans la combustion, puis de liquéfier ce CO₂ et de le stocker dans des formations géologiques. Au bilan, on extrait du CO₂ de l'atmosphère par photosynthèse tout en produisant de l'énergie, d'où la dénomination d'émissions négatives. Mais dans le monde réel, ni la bioénergie ni la capture et le stockage du carbone n'existent à grande échelle, et ils pourraient poser de nombreux problèmes – dont le principal est qu'un recours au BECCS aussi massif que dans les scénarios 2°C suppose d'y consacrer une énorme part des terres cultivables (entre une et trois fois la surface de l'Inde) aux dépens d'autres usages pour l'alimentation, avec des risques pour l'accès à l'eau, la biodiversité, l'usage de pesticides etc. Il faut noter que le BECCS n'est pas la seule technologie d'émission négative, même si c'est la plus utilisée dans les scénarios des IAM²⁸.

²⁶ En fait les climatologues se sont rendu compte que le budget carbone est un indicateur moins simple qu'ils le pensaient, et qu'il y a plusieurs façons différentes de le calculer - à partir des observations, des modèles de climat, des modèles intégrés etc. Pour des objectifs aussi proches que 2° ou 1.5°, le budget restant est très réduit donc sensible à l'approche utilisée.

²⁷ Les quelques scénarios du 5^{ème} rapport du GIEC qui atteignent l'objectif de 2°C sans faire appel à ces technologies prévoient que les émissions de CO₂ déclinent fortement dès 2010. Ces scénarios sont donc déjà invalidés.

²⁸ Parmi les technologies d'émission négative (ou de capture du CO₂), outre le BECCS, on mentionne l'afforestation qui consiste à planter des arbres absorbant le CO₂ ; les technologies d'accroissement du stockage du carbone dans le sol via de nouvelles pratiques agricoles –comme l'initiative 4 pour 1000 portée par la France à la COP21 ou le « biochar » ; la capture d'air directe consistant à aspirer l'air et à fixer le CO₂ par absorption dans des liquides ou adsorption sur des solides ; l'altération forcée (*enhanced weathering*) visant à accélérer et amplifier les processus physicochimiques d'absorption du CO₂ ; la fertilisation des océans consistant à accroître la capture du carbone dans l'océan par le plancton ou autres organismes en ajoutant des fertilisants. Certains procédés soulèvent des difficultés liées aux surfaces de terres mobilisées pour avoir un effet climatique au dépend d'autres usages et à des potentiels risques (pour la biodiversité, les besoins d'eau, les feux de forêts etc.). Certaines technologies en sont au stade de la recherche, ou sont potentiellement très gourmandes en énergie. Différents articles et rapports récents évaluent ces technologies ; voir par exemple le rapport de l'EASAC (European Academies Science Advisory Council. 2018) « Negative emission technology: what role in meeting

La communauté des modèles intégrés s'est pour une grande part construite autour de la réalisation des scénarios pour le GIEC. Mais une instance a joué un rôle essentiel dans la production de trajectoires d'émission de CO₂: l'Union européenne, qui a largement financé des projets scientifiques visant à produire des scénarios qui atteignent l'objectif des 2°C. Ces scénarios ont alimenté les projets d'intercomparaison, renforçant la cohésion de la communauté et la convergence des modèles²⁹. Ces incitations expliquent le paradoxe relevé plus haut : si on a publié de plus en plus de trajectoires de décarbonation restant sous la limite des 2°C alors même que cette limite était largement considérée comme inaccessible en 2009 et que les émissions de CO₂ n'ont cessé de croître depuis, c'est parce que le seuil de 2°C a été adopté officiellement comme objectif global et que les modélisateurs ont été fortement incités – via le GIEC et les projets européens - à réaliser des scénarios capables d'atteindre cette cible³⁰. Or pour tenir l'objectif de 2°C (et a fortiori de 1.5°C), les modèles intégrés sont contraints de recourir à des technologies qui extraient le carbone de l'air.

L'incitation à réaliser des scénarios à 2 °C est scientifique et financière, mais elle est aussi politique et morale : abandonner l'objectif de 2°C c'est être défaitiste, expliquent les modélisateurs. Cette injonction conduit à biaiser le diagnostic scientifique puisqu'un résultat négatif – quand un modèle ne parvient pas à atteindre un objectif – n'apparaît simplement pas dans la littérature³¹. La multiplication de ces scénarios « optimistes » a donné lieu à des débats dans le milieu scientifique, plus nombreux à mesure qu'approchait la COP de Paris.

IV- Débats dans les arènes scientifiques

La présence dans l'Accord de Paris de l'objectif 1.5°C, saluée avec enthousiasme par les Etats comme par la société civile à l'issue de la COP 21, a été reçue avec beaucoup plus de réserve par les scientifiques et les experts. Les réactions à chaud recueillies sur place allaient de l'étonnement à la colère, voire à l'indignation –même si elles ont rapidement laissé place à une résignation teintée de réalisme politique³². Cette période entourant la COP a vu se développer dans les pages « opinion » de grandes revues scientifiques et dans des sites spécialisés un débat animé sur l'objectif 1.5°C, les trajectoires socioéconomiques et les technologies d'émission négatives - débat plus vif que celui sur l'objectif de 2°C, sans doute parce que l'objectif de 1.5°C répondait ouvertement à une demande politique. Pourtant ce débat est assez difficile à analyser ; ce n'est pas une controverse scientifique, ni un désaccord politique. Tous les intervenants s'accordaient sur les diagnostics du GIEC et sur la gravité des

Paris targets? »

https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Negative_Carbon/EASAC_Report_on_Negative_Emission_Technologies.pdf (consulté le 30 avril 2019)

²⁹ Sur 9 projets d'intercomparaison organisant la production des scénarios socioéconomiques, cinq sont financés par l'UE. Les scientifiques de la communauté des IAM qui répondent à ces appels à projets, produisent les scénarios de 2°C et les publient dans les revues scientifiques, appartiennent aux trois principaux centres cités plus haut (PBL, IIASA, PIK). Peu nombreux, ces scientifiques sont bien souvent aussi reviewers pour ces publications et auteurs principaux du rapport du groupe 3 du GIEC qui s'appuie sur ces scénarios 2°C. En outre ils ont parfois eux-mêmes rédigés les appels à projet européens (B. Cointe, C. Cassen et A. Nadaï 2019, op. cit.)

³⁰ Guivarch, Céline, and Stéphane Hallegatte. "2°C or not 2°C? ." *Global Environmental Change* 23 (2013): 179-192.

³¹ C. Guivarch et S. Hallegatte, 2013, op. cit.

³² Voici quelques réactions que nous avons recueillies au centre du Bourget le 12 décembre 2015 : « Pour moi 1.5° c'est délirant » (climatologue); « c'est la plus grosse connerie qu'on puisse faire » (économiste); « quand j'entends 1.5° j'ai envie de pleurer » (climatologue) ; « c'est un compromis complètement stupide » (économiste et activiste) ; « c'est un compromis diplomatique peu ancré dans les sciences » (climatologue) ; « Les pays pauvres et les petites îles sont depuis dix ans sur cet objectif, leurs délégués ne peuvent pas rentrer chez eux sans l'avoir obtenu » (expert des négociations).

impacts d'un réchauffement global de 2°C ; tous considéraient que se limiter à 1.5°C serait préférable, reconnaissaient qu'il fallait pour cela réduire très vite et très fortement les émissions de CO₂, et critiquaient l'insuffisance des mesures allant dans ce sens. Les divergences portaient sur les objectifs de température et leur rôle, sur les moyens pour parvenir à ces objectifs, sur les scénarios et leur faisabilité.

On peut, en grossissant le trait, distinguer deux types de réactions. Pour certains (au premier rang desquels les acteurs qui ont poussé l'objectif 1.5°C) cet objectif est d'abord un enjeu stratégique de négociation. Une fois adopté, il doit avoir un effet de levier, impulser un élan, un « momentum » susceptible d'entraîner l'action des politiques ou des industriels. Les scientifiques qui ont soutenu cet objectif affirment qu'il est accessible techniquement, sans s'attarder aux aspects politiques ou économiques, vus comme relevant de la volonté politique. Ainsi le directeur du PIK, alors co-président du groupe 3 du GIEC³³, Ottmar Edenhofer estime que son travail est de tracer « une carte des trajectoires » et que c'est aux politiques de naviguer³⁴. A l'opposé, ceux qui critiquent l'objectif ne raisonnent pas en terme de stratégie mais prennent au sérieux les trajectoires de décarbonation et les jugent irréalisables ou dangereux. Ils soulignent les bouleversements physiques, économiques, politiques et sociaux que ces scénarios impliqueraient, et critiquent les promesses illusoire et les risques potentiels des technologies d'émission négatives, taxées de « pensée magique » ou de « science fiction ». Le directeur adjoint du Tyndall Centre, Kevin Anderson, qualifie ainsi les émissions négatives d' « options techniques à la Docteur Folamour qui n'étaient mentionnées qu'en dernier recours il y a quelques années, et sont aujourd'hui devenues le Plan A »³⁵. Pour un responsable du Natural Environment Research Council un tel recours au BECCS « pourrait causer une perte d'espèces vivantes terrestres à la fin du siècle peut-être pire que les pertes résultant d'un accroissement de température de 2.8°C »³⁶. Beaucoup accusent ces technologies d'émissions négatives de « se substituer à l'action » en détournant de la nécessité de réduire les émissions.

Pourtant il serait abusif de figer les positions en deux camps, car le débat sur les objectifs, les scénarios de long terme et les technologies de capture du carbone n'est pas stabilisé. La situation dans ce domaine change si rapidement que les objets, les enjeux et les cadrages des débats évoluent sans cesse, conduisant les acteurs à revoir ou ajuster leurs positions. Ainsi, l'objectif 1.5°C a changé de signification, puisqu'il est passé de revendication portée par des groupes d'Etats et d'activistes en 2010, au statut d'objectif officiel en 2015, avant d'être au centre d'un rapport scientifique publié par le GIEC en octobre 2018.

V – Le Rapport spécial sur 1.5°C

Dans le cadre de l'Accord de Paris, la Convention climat a en effet invité le GIEC à produire un rapport spécial sur l'objectif 1.5°C, arguant qu'il y avait peu de travaux sur les trajectoires et sur les impacts correspondants à cet objectif. Ce genre de demande fait partie de la mission du GIEC, qui ne pouvait qu'y répondre positivement. Pourtant réaliser un tel rapport représentait évidemment un défi pour plusieurs raisons : le délai très court (ce rapport devait

³³ Le GIEC est organisé depuis sa création en trois groupes de travail (WG). Le groupe 1, constitué de climatologues, s'occupe de la science du climat et des projections de changement climatique ; le groupe 2 traite des impacts et de l'adaptation à ces changements et regroupe des scientifiques de plusieurs domaines; le groupe 3 s'occupe des réponses à apporter en termes de réduction des émissions ; il compte surtout des économistes et des spécialistes des modèles intégrés.

³⁴ O. Edenhofer and M. Kowarsch, 2015, op. cit.

³⁵ Anderson, Kevin. "Talks in the City of Light generate more heat." 528 (2015): 437.

³⁶ Williamson, Phil. "Emissions reduction: Scrutinize CO₂ removal methods." *Nature* 530 (2016): 153-155.

être rendu en octobre 2018, soit en moins de 3 ans), le manque de travaux existants, les enjeux politiques omniprésents ; mais surtout l'objectif 1.5°C était considéré par beaucoup de scientifiques comme une « bataille perdue ». Ce rapport répondait explicitement à une commande politique, situation nouvelle pour les climatologues que certains ont vécue comme une forme d'instrumentalisation, considérant que « les sciences ne doivent pas répondre à des questions de politique politicienne ». Nombre de chercheurs considéraient ces recherches comme un gaspillage de temps et de ressources, qui « empêche la communauté de focaliser les recherches sur les risques et les impacts de scénarios de réchauffement de 3°C, bien plus plausibles » ; voire comme « une forme d'hypocrisie, entretenant de faux espoirs pour le public et les pays les plus vulnérables »³⁷. D'autres se sont sentis pris dans une double contrainte face à un objectif à la fois nécessaire et inaccessible : « Personnellement, je suis embêtée, dit une chercheuse. Si on ne fait pas ces scénarios, on est absent ; si on dit que ce n'est pas possible <d'atteindre 1.5°C> on est les méchants ; si on le fait, on dira que nos scénarios ne servent à rien ».

Dans ce contexte, la co-présidente du groupe 1 du GIEC chargée de superviser la réalisation du rapport spécial, la paléoclimatologue Valérie Masson-Delmotte, était fondée à craindre que les chercheurs seraient peu nombreux à vouloir s'impliquer dans le rapport. Or c'est le contraire qui s'est produit : même si certains sont restés sur leurs réserves, de très nombreux scientifiques ont voulu contribuer à la rédaction du rapport spécial 1.5°C ; il y a eu des centaines de candidats pour être auteurs, et 42 000 commentaires lors de ses phases de révision (ce qui constitue un record pour les rapports du GIEC). Ces chercheurs ont voulu répondre aux demandes politiques et aux préoccupations des pays pauvres ; ils ont cherché à être utiles en espérant que le rapport aurait un impact sur la décision politique³⁸. Il s'agissait, pour ces scientifiques, de dépasser la problématique de la « faisabilité » des scénarios et de faire du rapport l'occasion de traiter des questions pertinentes scientifiquement et insuffisamment abordées jusque là – par exemple connecter le climat à d'autres problèmes environnementaux, comme les objectifs du développement durable des Nations Unies ; ce rapport fournissait aussi l'occasion de mieux évaluer les capacités et les impacts des technologies d'émissions négatives.

Rendu public en octobre 2018, le rapport spécial sur 1.5°C³⁹ a été très médiatisé, essentiellement comme une alerte de plus s'ajoutant à une longue liste de rapports toujours plus alarmants. Or il comporte plusieurs éléments nouveaux. Pour s'en tenir aux scénarios de décarbonation, le rapport conclut que pour stabiliser le réchauffement global à 1.5°C avec un recours limité aux technologies d'émission négative, les émissions de CO2 doivent diminuer de moitié d'ici 2030 par rapport au niveau de 2010, et parvenir à la neutralité carbone en 2050. Si l'on vise 2°C, il faut réduire les rejets de CO2 de moitié d'ici 2045 et atteindre net zéro en 2075. Or les engagements d'émissions pris par les pays à la suite de la COP 21 (appelés NDC, Nationally Determined Contributions) ne suffisent pas à atteindre 1.5°C ni 2°C ; ils conduiraient (s'ils étaient tenus) à un réchauffement de 3°C environ. Pour parvenir à l'objectif de 1.5°C il faudrait une réduction sans précédent des émissions dans le monde entier

³⁷ Boucher, Olivier, et al. "In the wake of Paris Agreement, scientists must embrace new directions for climate change research." *PNAS* 113, no. 27 (2016): 7287-7290.

³⁸ Enquête réalisée par Audrey Renaudin dans le cadre d'un mémoire de master sur le Rapport spécial 1.5°C.

³⁹ IPCC, 2018. Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)].

et dans tous les secteurs - énergie, industrie, agriculture, transports, économie, finance... Mais même une telle chute des émissions ne suffirait pas, et il faudrait en outre recourir aux émissions négatives. Les 90 scénarios parvenant à rester sous 1.5°C prévoient en moyenne, pour arriver à zéro émission nette en 2050, d'extraire 10 à 15 Gt de CO₂ par an. Mais alors que dans le 5^{ème} rapport du GIEC de 2014, les scénarios de 2°C couvraient la Terre de technologie BECCS en quelques décennies sans considération des conditions pratiques ou politiques de la mise en œuvre de ces technologies ni leurs conséquences négatives, ce qui avait été critiqué, (on l'a vu plus haut)- le rapport 1.5°C a été l'occasion de mieux expliciter les hypothèses sous-tendant les scénarios et les limites de ces technologies. Depuis 2015 en effet, les articles, rapports et conférences sur les technologies de capture du carbone se sont multipliés, analysant leurs potentialités mais aussi leurs limites et leurs compatibilités avec d'autres impératifs d'environnement. La plupart des articles rappellent que ces technologies ne peuvent pas se substituer aux efforts de réduction d'émission et qu'elles offrent des possibilités limitées assorties d'incertitudes et de risques.

Le rapport 1.5°C distingue plusieurs types de scénarios atteignant l'objectif 1.5°C. Sur 90 scénarios, 37 ont un dépassement important de l'objectif de température, donc supposent une extraction massive de CO₂ dans la seconde moitié du siècle pour le compenser; 45 présentent un dépassement plus limité. Enfin, 9 scénarios parviennent à atteindre l'objectif 1.5°C sans dépassement et sans BECCS. Ces scénarios ont été conçus pour répondre à une critique des modèles intégrés, accusés de privilégier les solutions technologiques sans mettre en cause la croissance économique, et sans agir sur la demande et les modes de vie. Les 9 scénarios atteignant l'objectif 1.5°C sans BECCS supposent une forte réduction des émissions dès 2030, comportent beaucoup d'afforestation et font des hypothèses très fortes sur la baisse de demande énergétique et les changements de consommation. Mais selon certains spécialistes, ces hypothèses sur les changements de comportements et leurs conséquences ne seraient pas plus vraisemblables que les hypothèses sur les technologies émissions négatives.

Le rapport 1.5°C marque aussi une évolution dans la typologie des technologies d'extraction du carbone. Ces techniques sont nettement séparées de la géoingénierie, qui ne regroupe que les technologies de modification du rayonnement solaire (telles que l'émission d'aérosols soufrés dans la haute atmosphère) sur lesquelles le rapport émet de sérieuses réserves. Parmi les procédés d'extraction du carbone, le rapport distingue d'une part celles qui sont liées à l'usage des terres, à l'agriculture ou à la foresterie, comme l'afforestation ou le stockage dans les sols (parfois dites solutions naturelles ou biologiques) – qui pourraient procurer des co-bénéfices en terme de sécurité alimentaire et de biodiversité, à la condition d'être gérées de façon rigoureuse ; et d'autre part les solutions technologiques, comme le BECCS, dont l'usage à grande échelle serait plus problématique.

Le rapport ne pouvait éviter la délicate question de la faisabilité de l'objectif 1,5°C. Il y consacre un long encadré, en distinguant plusieurs dimensions de faisabilité - géophysique, environnementale écologique, technologique etc. - qui peuvent interagir. Cette analyse qui s'apparente à un « travail de frontière » entre ce qui relève de la science et de la politique⁴⁰ présente l'avantage pour les scientifiques de conserver leur autonomie, mais aussi de satisfaire les ONG, pour qui atteindre l'objectif de 1.5°C est une question de volonté politique. Un message important du rapport est en effet que l'objectif 1.5°C est encore accessible, puisqu'il n'est pas hors de portée sur le plan géophysique.

⁴⁰ Gieryn Thomas F., « Boundary-Work and the Demarcation of Science from Non-Science: Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists », *American Sociological Review*, décembre 1983, vol. 48, n° 6, p. 781-795

VI- Neutralité carbone

Un autre objectif à long terme est aujourd'hui en lice: le « zéro émission nette ». Aussi dénommé « neutralité carbone », cet objectif n'est pas vraiment nouveau mais il acquiert une plus grande visibilité depuis la COP 21, et plus encore depuis la publication du rapport 1.5°C. Dans l'accord de Paris, cet objectif se présente de façon un peu cryptée : l'accord stipule dans son article 4 que les parties doivent « parvenir à un équilibre entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre au cours de la deuxième moitié du siècle ». Le rapport spécial 1.5°C consacre un encadré au concept de « zéro émission nette de CO₂ », qui traduit la nécessité ne pas émettre plus de gaz à effet de serre que les puits naturels et les technologies éventuelles ne peuvent en absorber. En fait la notion de « bilan nul » découle directement de l'exigence de stabiliser le climat, indépendamment du niveau de stabilisation. Accéder à une température moyenne globale stable impose d'arriver à zéro émission nette, et c'est la date à laquelle on parvient à un bilan CO₂ nul qui détermine la température moyenne atteinte.

Depuis la COP de Paris, la notion de neutralité carbone connaît un succès grandissant et tend à supplanter les objectifs de 2°C et de 1.5°C. Le principal avantage de l'objectif zéro émission nette de CO₂, selon des experts qui ont défendu cette cible⁴¹, est de pouvoir se décliner aux échelles nationale ou locales et s'incarner dans des objectifs sectoriels : un pays, une ville ou une industrie peuvent viser zéro émission nette, alors qu'un objectif de température est plus difficile à s'approprier et mettre en œuvre, car il demande au préalable d'être traduit en allocations de réductions d'émission. Plus facile à évaluer, cet objectif serait aussi plus mobilisateur : au lieu de décréter un succès ou un échec selon que le seuil de température est respecté ou dépassé, on peut faire évoluer la date à laquelle on atteint la neutralité. La notion de zéro émission nette a également le mérite d'obliger à considérer les puits biologiques et les questions d'agriculture et d'usage des sols - même si la prise en compte dans le bilan de puits naturels et de technologies de stockage du carbone posera inévitablement des difficultés.

Plusieurs pays et Etats se sont donnés l'objectif d'atteindre la neutralité carbone en 2050, comme le Danemark, la Norvège et l'état de Californie⁴². La Suède, qui a été la première à se doter d'une législation en ce sens en 2017, vise cet objectif dès 2045. La Commission Européenne a proposé l'objectif de neutralité carbone en 2050, qui doit être soumis au vote du Parlement. Au Royaume Uni, le Comité sur le changement climatique a rendu en 2019 un gros rapport demandant au gouvernement d'adopter la neutralité carbone en 2050, en incluant l'aviation et le transport maritime (ce qui n'est pas le cas des autres pays). Quant à la France, elle aussi a un plan comportant cet objectif en 2050, qui doit être voté. Il faut souligner que l'objectif de neutralité carbone est plus exigeant que celui du « facteur 4 » (diviser les émissions de CO₂ par 4 en 2050 par rapport au niveau de 1990) qui prévalait en France depuis plusieurs décennies.

VII- Objectifs et action politique : quel rôle pour les sciences du climat ?

A l'issue de cette histoire des objectifs à long terme, on ne peut que s'interroger. Quels effets ont ces objectifs? Se traduisent ils par des actions politiques, des mesures de réduction d'émission, des investissements ? Accroissent ils la prise de conscience ? Quelles évolutions peut-on constater depuis le début du régime climatique, il y a 30 ans ?

⁴¹ Geden, Oliver. "An actionable climate target". *Nature Geoscience*, Volume 9, No 5, May 2016, pp. 340-342

⁴² Cet état des lieux est établi en mai 2019.

La COP de Copenhague a marqué un tournant pour les relations entre science et politique dans la question du climat. Alors que, selon le cadrage dominant de la question climatique, la science devait fournir des diagnostics à la politique, qui était censé s'appuyer sur ces connaissances pour développer des solutions - science et politique étant supposés séparés de façon étanche⁴³ - il est devenu clair à la COP de Copenhague que le consensus scientifique n'entraîne pas nécessairement l'action politique et que les considérations d'autres ordres (politiques, économiques, géopolitiques...) sont déterminantes⁴⁴. La lenteur des négociations et l'impuissance à réduire les émissions de gaz à effet de serre sont de plus en plus sources de frustration et d'interrogations pour les scientifiques. Au vu de la façon dont la demande politique s'est imposée à eux dans le cas de l'objectif 1.5°C, on pourrait croire à un affaiblissement de l'autorité des sciences. Mais on peut penser que la politisation du problème climatique suit une évolution logique : après une phase d'alerte fondée sur un diagnostic scientifique faisant consensus (dans ses grandes lignes au moins), la phase où il s'agit de déterminer des stratégies, des mesures politiques et des solutions techniques est nécessairement plus conflictuelle.

Si le temps de l'alerte semble laisser place au temps de l'action, ou au temps des « solutions » comme on l'entend beaucoup, que doit être maintenant le rôle des scientifiques ? Le rapport spécial sur l'objectif 1.5°C pourrait en être une préfiguration. Pour certains experts, il est l'occasion de revoir le rôle des objectifs et des solutions techniques, et d'alimenter les débats. Des scientifiques estiment que ce type de rapports est destiné aux citoyens (et pas seulement aux décideurs) et peut leur fournir des moyens de pression. Les ONG se sont en effet emparé de certains résultats du rapport, et celui-ci a semble-t-il joué un rôle dans la montée en puissance des manifestations et actions pour le climat dans la société civile (grèves scolaire, mouvement Extinction-Rebellion). Mais force est de constater qu'à ce jour, ni ce rapport ni les objectifs de long terme n'ont provoqué de débat sur les trajectoires, la neutralité carbone et les émissions négatives, dans les arènes politiques ou dans l'espace public. Selon l'expert Oliver Geden, les politiques ne cherchent pas à connaître les trajectoires et leurs implications en termes de technologies. Pour eux le message important du rapport 1.5°C est que l'objectif reste réalisable, ce qui permet de perpétuer le discours du « il est 5 minutes avant minuit », « il ne nous reste que dix ans pour agir »⁴⁵. Même si certains craignent que les technologies de capture du CO₂ détournent de l'effort nécessaire pour réduire les émissions, ces « solutions » restent en fait absentes du débat en dehors des cercles d'experts, et on n'observe à ce jour guère d'engouement en leur faveur, peu d'incitation ni d'investissement (même si cela peut changer dans l'avenir).

Au cours de la dernière décennie, même si le problème du changement climatique global peut donner une impression d'enlèvement – les émissions de gaz à effet de serre continuant d'augmenter malgré des rapports scientifiques toujours plus alarmants - la gouvernance globale du climat a connu d'importantes évolutions concernant les objectifs de long terme. Après avoir adopté la limite de 2 degrés, la Convention Climat des Nations Unies a retenu le seuil de 1.5°C, qui a donné lieu à un rapport. Aujourd'hui l'objectif de neutralité carbone gagne de nombreux domaines. Il n'est pas aisé de comprendre ce que cette histoire nous dit de l'évolution du rôle des sciences dans le problème climatique. Si la phase d'alerte globale et

⁴³ Ce cadrage a été critiqué par des chercheurs en sciences sociales : Pielke, Jr, Roger. "Policy, politics and perspective." *Nature* 416 (2002): 368 ; Sarewitz, Daniel. "How science makes environmental controversies worse." *Environmental Science and Policy* 7 (2004): 385-403. Hulme, Mike. "Reducing the future to climate: A story of climate determinism and reductionism." *Osiris* 26,1 (2011): 245-266.

⁴⁴ Dahan, Amy, et Hélène Guillemot. "Les relations entre science et politique dans le régime climatique: à la recherche d'un nouveau modèle d'expertise?" *Natures, Sciences, Sociétés* 23 (2015): 6-18.

⁴⁵ O. Geden 2016, op. cit.

consensuelle est derrière nous, il est encore trop tôt pour discerner les contours d'un nouveau modèle de relation entre science et politique. La fonction de l'expertise scientifique se transforme, mais les sciences continueront probablement de jouer un rôle majeur dans le régime climatique, quoique de façon moins hégémonique, plus diverse et éclatée qu'auparavant. Plusieurs tendances se dessinent : poids de la demande politique, multiplication d'institutions et de lieux d'expertise, exigence de « solutions », glissement vers une science de régulation plus performative⁴⁶, décloisonnement et liens avec d'autres problèmes (avec parfois des arbitrages nécessaires), et aussi régionalisation des impacts et de la réduction des émissions. Devant le défi, voire les contradictions qu'entraînent les objectifs globaux à long terme, de nombreux scientifiques se concentrent sur les actions et stratégies plus nationales ou locales et sur les transitions à plus court terme. Nul doute cependant que les objectifs à long terme joueront un rôle important dans le débat sur le climat, même s'il est difficile de l'anticiper.

⁴⁶ Silke Beck et Martin Mahony, « The IPCC and the politics of anticipation », *Nature Climate Change*, 28 avril 2017, vol. 7, n° 5, p. 311-313.