



HAL
open science

Quel(s) consensus au sujet du recours à l'ingénierie climatique ?

Régis Briday, Sébastien Dutreuil, Sophie Gambardella

► To cite this version:

Régis Briday, Sébastien Dutreuil, Sophie Gambardella. Quel(s) consensus au sujet du recours à l'ingénierie climatique ?. Cahiers Droit, Sciences & Technologies, 2021, Le consensus en droit de la santé et en droit de l'environnement, 12 (12), pp.57-76. 10.4000/cdst.3453 . halshs-03259741

HAL Id: halshs-03259741

<https://shs.hal.science/halshs-03259741>

Submitted on 14 Jun 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.

Quel(s) consensus autour du recours à l'ingénierie climatique ?

Par Régis Briday¹, Sébastien Dutreuil², Sophie Gambardella³

Résumé

La géoingénierie, comprise comme une hypothétique action rapide sur le climat global déployée en dernier recours pour éviter une catastrophe climatique, génère des débats passionnés depuis le milieu des années 2000. Elle a toutefois reflué dans la littérature académique et médiatique au cours des années 2010. Dans le même temps, des technologies d'ingénierie climatique locale aptes à capter et stocker le CO₂ sont parvenues sur le devant de la scène. Promues par le dernier rapport du GIEC et l'Accord de Paris, elles semblent faire l'objet d'un consensus de plus en plus fort au sein de la sphère décisionnelle. Pourtant, les risques environnementaux et sociaux qui leur sont associés sont importants. Cette contribution interdisciplinaire a pour ambition de mettre en lumière la construction des consensus vis-à-vis des différentes techniques d'ingénierie climatique, afin d'en éclairer les enjeux scientifiques, économiques, sociaux et environnementaux.

Abstract

At the international level, the solutions proposed by climate engineering to reduce greenhouse gas emissions and thus achieve the 2°C objective adopted in the Paris Agreement seem to be gradually gaining consensus in the decision-making sphere, even though the uncertainties related to the reliability of some of these techniques remain. The aim of this interdisciplinary contribution is therefore to highlight the construction of consensus regarding the various climate engineering techniques in order to shed light on the scientific, economic, social and environmental issues at stake.

Introduction

L'ingénierie climatique (IC) regroupe l'ensemble des technologies déployées en aval (par opposition à l'atténuation) des émissions de gaz à effet de serre (GES) afin de limiter le

¹Historien et politiste, chercheur postdoctorant au LISA (Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques), Créteil

²Philosophe des sciences, chargé de recherche CNRS, Aix Marseille Univ., Centre Gilles Gaston Granger.

³Juriste, Chargée de recherche CNRS, Aix Marseille Univ., Université de Toulon, Univ. Pau & Pays Adour, CNRS, UMR DICE 7318, CERIC, Aix-en-Provence, France

phénomène de changement climatique d'origine anthropique. Longtemps suspectées de simplement différer les efforts d'atténuation et/ou jugées trop dangereuses, ces techniques suscitent à présent de nombreux débats dans les arènes publiques, scientifiques et politiques. Il serait devenu légitime, sinon de recourir, au moins de réfléchir à ces « solutions », qui se trouvent discutées au sein d'institutions expertes sous l'égide des Nations-Unis comme le GIEC, l'*International Geosphere Biosphere Programme* (IGBP) ou l'Organisation Maritime Internationale (OMI), critiquées par la plupart des ONG environnementalistes, soutenues par des acteurs influents (scientifiques, grandes groupes des secteurs de l'énergie et de l'industrie lourde, fondations, grandes fortunes).

La montée progressive en légitimité de l'IC interroge sur son acceptation. Cet article analyse la manière dont un *consensus* scientifique, juridique, politique, idéologique ou culturel a pu ou pourrait s'établir au sujet de ces techniques, prises individuellement ou collectivement. Tandis que l'unanimité requiert une adhésion explicite de l'ensemble d'une communauté, le consensus repose sur l'absence d'opposition formelle à un fait, une idée, un résultat, ou une décision ; il peut donc conduire à accepter un résultat ou entériner une décision sans que la totalité des membres de la communauté n'y adhère positivement⁴. De surcroît, le consensus ne fait pas toujours l'objet d'une procédure formelle de délibération. Pour autant, il est souvent le fruit d'un travail de négociation important, qui constitue un acte d'harmonisation fort pouvant légitimer la stabilisation d'un principe théorique ou d'une action de rupture.

Notre focalisation sur la notion de *consensus* répond à une série de transformations observées au cours des cinquante dernières années. Premièrement, la sociologie des sciences et des techniques a étudié la manière dont des nouvelles controverses scientifiques se terminaient et permettaient *in fine* la construction et l'acceptation de faits⁵. Elle a également décrit des stratégies d'entretien artificiel de controverses retardant l'établissement de consensus sur la nocivité du tabac, du CO₂, des CFC, etc., qui ont été déployées par des industries et autres *think*

⁴ P. URFALINO, « La décision par consensus apparent. Nature et propriétés », *Revue européenne des sciences sociales*, 2007-136, pp. 47-70.

⁵ e.g. B. LATOUR & S. WOOLGAR, *La vie de laboratoire : la production des faits scientifiques*, Tr. Michel Biezunski, La Découverte, Paris, 1979 ; M. RUDWICK, *The great Devonian controversy : the shaping of scientific knowledge among gentlemanly specialists*, The University of Chicago Press, Chicago, 1985.

*tank*⁶. Enfin, elle a montré que le consensus scientifique n'était pas un préalable nécessaire au consensus politique sur l'action⁷.

Deuxièmement, les décennies post-1970 correspondent à l'émergence d'une « société mondiale du risque »⁸. Celle-ci est d'abord corrélative d'une multiplication de nouvelles arènes de concertation et de délibération : forums hybrides, institutions internationales chargées des défis globaux. Ensuite, le climat de défiance qui caractérise cette société, explique Ulrich Beck, a fait naître une tension fondamentale entre deux pôles, rendant les consensus juridique, politique ou scientifique toujours plus fragiles : d'un côté, les États et l'industrie cherchent des « consensus » afin d'asseoir leurs décisions et d'en accroître leur acceptabilité ; d'un autre côté, des riverains, ONG et autres mouvements sociaux entendent faire rejaillir le « dissensus », revendiquant, non seulement leur droit de prendre part aux décisions mais également leur droit de contester ces décisions, de l'échelon local à l'échelon international. En outre, la judiciarisation des atteintes faites au climat et autres biens collectifs a augmenté (en particulier au cours des dix dernières années pour le climat), alimentant le dissensus *et* poussant à repenser les principes du droit international de l'environnement. Enfin, le monde est devenu plus multipolaire.

Dans ce contexte, on a observé que le consensus progressait comme label de qualité au sein des démocraties et de la diplomatie internationale⁹. En particulier, la décision adoptée par consensus s'appuyant sur de préalables recommandations scientifiques adoptées elles-mêmes par une forme de consensus « relatif », tend à s'imposer comme la norme la plus acceptable, sous-entendue celle dotée du plus haut degré de performance, voire le seul moyen d'atteindre une acceptabilité sociale suffisante pour mettre en œuvre une politique dans un contexte où l'incertitude scientifique règne. C'est particulièrement vrai dans l'arène diplomatique internationale, où le consensus s'est progressivement imposé comme voie alternative au vote à l'unanimité (dont les limites se révèlent avec l'accroissement du nombre d'États) et au vote à la majorité (palliant les limites du vote à l'unanimité, mais réduisant l'égalité entre les États).

⁶ B. LATOUR, « Why has critique run out of steam ? From matters of fact to matters of concern », *Critical inquiry*, 2004-30, 2, pp. 225–248. ; N. ORESKES & E. CONWAY, *Merchants of doubt : how a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming*, Bloomsbury Press, New York, 2010.

⁷ Voir K. LITFIN, *Ozone Discourses. Science and Politics in Global Environmental Cooperation*, Columbia Press, 1994 au sujet de la signature du Protocole de Montréal par la plupart des grands pays émetteurs de substances destructrices de la couche d'ozone (1987).

⁸ U. BECK, *Pouvoir et contre-pouvoir à l'heure de la mondialisation*, Flammarion, 2003 (2002), pp. 207-211.

⁹ S. MOSCOVICI et W. DOISE, *Dissensions et consensus*, Paris, PUF, 1992, pp. 9-10

Nous discutons ici la fabrication de quatre types de consensus relativement à l'IC : le consensus scientifique relatif à l'IC de manière générale, dont nous montrons qu'il reste un horizon, par opposition au consensus scientifique sur le changement climatique ; les consensus scientifiques et culturels au sujet de l'IC locale (ICL), d'une part, et de la géoingénierie (GE), d'autre part ; le consensus juridico-politique traitant des modes de gouvernance de l'IC. Si la structure sépare parfois les enjeux scientifiques, culturels, juridiques et politiques, nous montrerons qu'ils sont liés et intriqués.

I. Approche globale du consensus scientifique sur l'ingénierie climatique

A. Un consensus scientifique réel sur le changement climatique d'origine anthropique

Une première condition évidente est nécessaire pour recourir à l'IC : l'existence d'un consensus sur le fait qu'un changement climatique (global) est en cours, et sur l'idée que celui-ci est en large partie dû aux activités anthropiques. Elle est attestée : les historiens ont montré que, contrairement à une idée qui était encore largement véhiculée dans la sphère publique au début des années 2000 (notamment en Amérique du Nord), il n'y avait pas, et il n'y a toujours pas de controverse scientifique. Aucun travail émanant d'une personne compétente sur le sujet ne permet de remettre en question cette conclusion. Ce sont les désormais célèbres « marchands de doute » – des *think tanks* conservateurs, des entreprises privées et d'anciens physiciens du projet Manhattan, qui n'ont pas de compétences reconnues sur le climat –, qui ont artificiellement entretenu l'idée qu'il y aurait doute ou controverse¹⁰.

Qu'est-ce qu'un consensus scientifique en matière climatique ? Le consensus peut être synonyme d'une convergence des institutions légitimes pour produire la connaissance sur les questions posées : sociétés savantes comme l'*American Geophysical Union* ou l'*American Meteorological Society* ; académies des sciences ; le GIEC, institution plébiscitée par les chercheurs et lauréate du Prix Nobel de la paix en 2007. Le consensus peut aussi désigner l'absence ou la rareté de voix dissonantes. Les enquêtes menées ont supputé des pourcentages de chercheurs défendant l'origine anthropique du réchauffement climatique supérieurs ou égaux à 97%, et atteignant même 99,94% en moyenne pour cinq enquêtes compilées allant de

¹⁰ N. ORESKES & E. CONWAY, 2010, *op. cit.*. M. GIREL, *Science et territoires de l'ignorance*, Quae, 2017.

1991 à 2015 et combinant 54 195 articles¹¹. Aux yeux de leurs auteurs, ces chiffres sont largement suffisants pour parler de consensus. Il est par ailleurs très probable qu'un consensus important existe également parmi les spécialistes au sujet de l'urgence à agir. Celle-ci est en tout cas affirmée sans ambiguïté par le Groupe I du GIEC – ce qui ne signifie évidemment pas des constats unanimes ni dépourvus d'incertitudes¹².

B. Les difficultés et biais généraux pour l'établissement d'un consensus sur l'IC

Pourrait-on parler de manière analogue d'un consensus scientifique sur l'IC ? Non. Aucune étude bibliométrique équivalente n'existe et l'établissement d'un « consensus sur l'IC » se heurte à trois difficultés.

Premièrement, le terme d'IC recouvre dans la littérature un ensemble hétérogène de techniques. Nous distinguons ici entre les technologies de *géoingénierie (GE)*, destinées à avoir des effets climatiques rapides à grande échelle – *i.e.* la mise en orbite de miroirs dans l'espace, et surtout l'injection de particules réfléchissantes dans la stratosphère et la fertilisation des océans à grande échelle, et les *techniques d'IC locale (ICL)* – *e.g.*, les techniques industrielles de captage du CO₂ dans l'air ambiant suivi de son stockage (ou DAC, pour *Direct air capture*), l'enrichissement des sols à l'aide de charbon de bois pilé (ou *biochar*), ainsi que le recours à la photosynthèse pour séquestrer le carbone dans les sols – *e.g.* afforestation, enfouissement de biomasse, ou production d'énergie à l'aide de biomasse avec captage et stockage du CO₂ émis lors de la combustion (ou BECCS, pour *Bioenergy with carbon capture and storage*)¹³. Les techniques d'ICL ont des impacts individuels faibles et doivent donc être massivement répliquées à travers le monde pour donner des résultats tangibles sur le climat global. Les plus étudiées aujourd'hui sont l'afforestation et la BECCS, que le GIEC préconise de développer de manière prioritaire. Si la plupart des institutions scientifiques ont appelé à la prudence quant au déploiement rapide et/ou à grande échelle de l'IC, elles ont cherché à produire des réflexions particulières pour chaque type de technologie.

¹¹ J. COOK, N. ORESKES, P. T. DORAN, W. R. L. ANDEREGG, B. VERHEGGEN, Ed. W. MAIBACH, J. S. CARLTON, S. LEWANDOWSKY, A. G. SKUCE, S. A. GREEN, « Consensus on consensus : a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming », *Environmental Research Letters*, 2016, vol. 11, n°4 ; J. POWELL, « The Consensus on Anthropogenic Global Warming Matters », *Bulletin of Science Technology & Society*, 2016, 36(3), pp. 157-163.

¹² Depuis quelques années, les constats du GIEC sont associés à l'expression d'un degré de certitude scientifique : soit qualitatif ; soit quantitatif, sous la forme d'un pourcentage d'incertitude, auquel est associé un terme (allant de « *exceptionally unlikely* » pour une probabilité de certitude de 0-1% à « *virtually certain* » pour une probabilité de 99-100%).

¹³ C. BELTER et D. SEIDEL, « A bibliometric analysis of climate engineering research », *Wiley Interdisciplinary Reviews : Climate Change*, 2013, n°4(5), p. 424. ; R. BRIDAY, « Les développements poussifs des technologies de captage et stockage industriels du CO₂ (CCS) : acteurs et enjeux », chapitre d'ouvrage, édition UGA, 2021 (à paraître)

Deuxièmement, la taille des communautés travaillant sur ces techniques est extrêmement restreinte. Le consensus climatique du GIEC a été construit dans la durée, sur près d'un siècle, autour d'une communauté internationale extrêmement vaste et structurée (des dizaines de milliers de scientifiques) au sein d'une « vaste machine » : un réseau de dispositifs institutionnels, d'appareils de mesure, de télécommunications, de centres de calculs, etc¹⁴. Par contraste, le nombre de scientifiques et d'ingénieurs travaillant sur les techniques d'IC est resté très faible, pour des raisons techniques (des échecs récurrents) et des raisons politiques et culturelles (tabou d'une intervention intentionnelle sur l'atmosphère dans la communauté scientifique et dans la société, usages belligérants)¹⁵.

Troisièmement, il existe un « biais d'échantillonnage » pour l'établissement de la communauté délibérant au sujet d'un éventuel consensus. Le fait de mener des recherches sur l'IC a pendant longtemps été considéré comme un aveu d'échec à réduire les émissions¹⁶. De nombreux scientifiques ont refusé et refusent de mener des recherches, justement pour éviter de les cautionner. Autrement dit, si un consensus scientifique émerge à l'intérieur de la communauté experte travaillant sur l'IC et plus encore de la GE, il sera alors le fait de scientifiques et d'experts minoritaires ayant au préalable accepté de jouer le jeu et répondu « oui » à la question de savoir s'il était légitime de mener des recherches sur ces questions. Afin de bien saisir les nuances des consensus sur le recours à l'IC, nous discutons séparément les cas de l'ICL et de la GE.

II. Quels consensus pour l'ingénierie climatique locale ?

A. Vers un consensus scientifique sur un recours nécessaire à l'ICL ?

L'ICL est composée pour l'essentiel de technologies de captage du CO₂ dans l'air ambiant dites NET. La littérature sur les NET a connu une progression importante depuis le milieu des années 2000, avec une prime spéciale aux techniques déjà anciennes de séquestration du carbone dans les sols par la gestion des terres et l'afforestation/reforestation, et à l'émergente BECCS (*Bioenergy with carbon capture and storage*). Au côté de l'IEA (*International energy*

¹⁴ P. N. EDWARDS, *A vast machine : Computer models, climate data, and the politics of global warming*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2010.

¹⁵ R. BRIDAY, « Le discours de la promesse chez les promoteurs de l'IC », *Socio*, 2019, n° 12, pp. 133-157.

¹⁶ C. HAMILTON, *Les apprentis sorciers du climat. Raisons et déraisons de la géo-ingénierie*, Paris, Seuil, 2013.

agency) principalement, le GIEC a indubitablement contribué à la progression des NET dans la littérature, par le biais des rapports du Groupe III chargé de réfléchir aux solutions d'atténuation et d'IC. En 2005, celui-ci a publié un rapport spécial sur le CCS (*carbon capture and storage*), qui a marqué une étape décisive dans la légitimation de ses technologies comme réponse possible à l'enjeu climatique¹⁷. Son rapport d'évaluation de 2014 indique que sur les 400 scénarios cités estimant à 50% ou plus la chance de limiter le réchauffement à 2°C en 2100, pas moins de 344 comptaient sur un déploiement de l'afforestation et de la BECCS à grande échelle¹⁸. Insuffisante pour parler d'un consensus, il s'agit néanmoins d'une proportion importante marquant un choix affirmé de promotion des NET et donc de l'ICL dans le dernier rapport du Groupe III.

La publicité importante faite aux NET dans le dernier rapport du GIEC a suscité une controverse académique sur la nécessité, impérieuse ou non, d'y avoir recours. Leurs défenseurs expliquent à raison qu'il existe depuis une vingtaine d'années un consensus politique autour d'un seuil critique de dangerosité de +2°C en 2100 (voire de +1,5°C) ; or, les émissions mondiales se perpétuant à de hauts niveaux, il semble devenu légitime de dire que le capital maximal d'émissions correspondant sera très vraisemblablement (largement) dépassé dans les décennies à venir. Ce constat voulu lucide justifierait de réaliser des émissions négatives en plus des mesures d'atténuation, afin de ne pas dépasser le seuil de +2°C.

Mais, leur rétorquent d'autres spécialistes de la gouvernance climatique, les NET créent des dilemmes environnementaux et ont des coûts économiques importants pour des résultats encore très incertains. En outre, dans la plupart des documents de planification, les objectifs associés aux NET sont certes formulés « en plus » d'objectifs de réductions de GES ; mais ces derniers, et surtout les leviers proposés sont-ils suffisamment ambitieux ? De nombreux leviers d'atténuation ne restent-ils pas sous-exploités ? En fait, le recours aux NET est fréquemment justifié comme une forme de flexibilité accordée à des pays au nom du développement ou à

¹⁷ J. MINX *et al.*, « Negative emissions – Part 1: research landscape and synthesis », *Environmental Research Letters*, 2018, vol. 13, n° 6, 063001. ; G. NEMET *et al.*, « Negative emissions – Part 3 : Innovation and upscaling », *Environmental Research Letters*, 2018, vol. 13, n° 6, 063003 ; R. O'NEILL, A. NADAI, « Risque et démonstration, la politique de capture et de stockage du dioxyde de carbone (CCS) dans l'Union européenne », *Vertigo*, 2012, 12/1, <<http://journals.openedition.org/vertigo/12172>> ; DOI : 10.4000/vertigo.12172>, 27 p.

¹⁸ K. ANDERSON, « Duality in climate science », *Nature Geoscience*, published online 12 October 2015, 8, pp. 898-900. Cf. IPCC (Working group III), 2014, *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment*, Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, (Ed.) : O. EDENHOFER, R. PICHS-MADRUGA, Y. SOKONA, E. FARAHANI, S. KADNER, K. SEYBOTH, A. ADLER, I. BAUM, S. BRUNNER, P. EICKEMEIER, B. KRIEMANN, J. SAVOLAINEN, S. SCHLÖMER, C. VON STECHOW, T. ZWICKEL AND J.C. MINX (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 12-18 & 486.

certains secteurs comme le transport aérien, le fret et le transport fluvial, pour lesquels « les réductions d'émissions seraient plus difficiles », lit-on par exemple dans le rapport « Investing in Climate, Investing in Growth » de l'OCDE¹⁹. Or, cette « difficulté » est-elle insurmontable ? Plus généralement, selon de nombreux experts du climat (ONG, universitaires), il semble naïf de croire que le développement des NET n'opérera pas comme une manière de différer la transition vers un modèle décarboné : les investissements qu'ils captent sont souvent en concurrence directe avec les technologies d'atténuation, et la possibilité de recourir aux NET pourrait démobiliser les acteurs dans leurs efforts d'atténuation.

B. Quels consensus sur les risques ?

La question du consensus en matière d'ICL se pose de manière plus contrastée que pour la GE, à commencer par celle du consensus scientifique sur les risques, dont nous traitons dans cette section en nous focalisant sur deux technologies saillantes : la séquestration biologique du carbone dans les sols, en particulier *via* l'afforestation ; et la BECCS. Quatre grands débats animent la communauté scientifique au sujet de l'ICL.

Le premier concerne les risques de bouleversements profonds de volume, de nature et de répartition des écosystèmes ainsi que les effets de compétition avec d'autres enjeux sociaux que pourraient induire des mesures destinées à accroître significativement la séquestration biologique du carbone dans les sols²⁰ : perte de biodiversité ; tensions sur les ressources en eau ; pollution des sols par l'utilisation d'engrais azotés et phosphatés ; concurrence avec des terres agricoles en expansion (alimentation, biocarburants), des territoires habités, ou encore avec la croissance de la demande mondiale en bois²¹. Ces impacts seront d'autant plus grands que les cibles de séquestration du carbone seront élevées, ce qui est le cas dans les scénarios du dernier rapport du Groupe III du GIEC pour l'afforestation et la BECCS²² et dans la plupart des

¹⁹ OECD, *Investing in Climate, Investing in Growth* », OECD Publishing, 2017, p. 46.

²⁰ Le secteur AFOLU (*Agriculture, forestry and other land use*) est un secteur stratégique de la lutte contre le changement climatique, puisqu'il contribue au « quart environ (~10-12 GtCO₂eq/an) des émissions nettes de GES anthropiques, principalement à travers la déforestation, les émissions agricoles des sols et engrais et l'élevage ». En outre, si les études montrent que « les niveaux absolus de déforestation et de dégradation des forêts ont chuté entre 1990 et 2010 » à l'échelle mondiale, la déforestation et plus généralement les émissions du secteur AFOLU dans les régions tropicales et les pays à faibles revenus sont en hausse et par conséquent sources d'inquiétude (IPCC 2014 : 24 & 86).

²¹ S. FUSS *et al.*, « Negative emissions – Part II : Costs, potentials and side effects », *Environmental Research Letters*, 2018, vol. 13, n° 6, 063002. ; D. VAN VUUREN, A. HOF, M. VAN SLUISVELD, K. RIAHI, « Open discussion of negative emissions is urgently needed », *Nature Energy*, 2017, n° 2, pp. 902-904.

²² « La moitié des scénarios [de IPCC 2014 compatibles avec l'objectif de limitation du réchauffement global à 2°C en 2100] compte sur une offre par BECCS excédant 5% de l'énergie primaire mondiale », pour un total de stockage du CO₂ par BECCS compris entre 2 et 10 GtCO₂/an en 2050 (du même ordre de grandeur que les niveaux d'afforestation / reforestation escomptés en 2030, donc). Ce choix de scénarios a suscité des critiques acerbes. Dans la mesure où il n'existait (et n'existe toujours)

documents de planification stratégique nationaux (NDC – *National determined contributions*) et territoriaux produits au cours des dix dernières années, auxquels font écho des programmes de recherche et d'innovation ambitieux, non seulement de préservation des forêts existantes (REDD+) mais aussi de reforestation et d'afforestation²³. Plus généralement, aucun consensus n'existe sur la nature et l'amplitude du programme de « jardinage » intensif à mener à l'échelle de la planète – quels bois, quelles plantes, quels engrais et pesticides, quels territoires²⁴ ? Bien que l'ICL ne se présente pas comme une technologie subversive, elle pourrait l'être plus encore que la GE, puisque son efficacité implique de multiplier les initiatives à travers le monde, avec une empreinte potentiellement gigantesque.

Les deux débats suivants concernent plus spécifiquement la BECCS et la DAC. Premièrement, les procédés de CCS qu'ils utilisent ont recours massivement au béton à l'eau et, plus important, la demande en énergie nécessaire au captage, au transport et au stockage du CO₂ est lourde. Ceci pose la question de la pertinence des technologies de CCS sur le plan écologique au stade de développement actuel et à moyen terme (et même spécifiquement de leur pertinence comme moyen à l'enjeu de limitation des émissions de GES pris isolément), mais aussi de leur coût²⁵.

Deuxièmement, BECCS et DAC sont porteurs de risques liés aux procédés d'injection et de stockage du CO₂ dans le sous-sol : pollution des sous-sols et des eaux souterraines, sismicité induite lors de l'injection du CO₂, risque de fuite du CO₂ vers la surface. La filière d'innovation du CCS, qui s'appuie principalement sur des savoirs développés depuis des décennies par l'industrie pétro-gazière, est parvenue à contrôler ces risques jusqu'à présent, et il existe même dans la sphère experte un relatif consensus à ce stade sur le fait que ces risques, souvent pointés du doigt, peuvent être efficacement maîtrisés. Toutefois, les programmes menés à ce jour l'ont rarement été à une échelle industrielle conséquente (impliquant des injections de CO₂ d'1 Gt/an

qu'une seule usine de BECCS « de grande taille » (définie comme une installation capable de capter au moins 800 kt/an), celle de la raffinerie d'éthanol de maïs de Decatur aux États-Unis, ces chiffres impliquaient « d'immenses efforts de montée en échelle », jugées peu réalistes par plusieurs auteurs. [S. FUSS *et al.* « Betting on negative emissions », *Nature Climate Change*, 2014, vol. 4, pp. 850-851]

²³ Les programmes sont parfois éligibles aux mécanismes du Protocole de Kyoto : programmes forestiers en Russie et dans les pays d'Europe centrale et orientale utilisant le Mécanisme de mise en œuvre conjointe (MOC) ; projets de boisement et reboisement dans les pays en développement utilisant le Mécanisme de développement propre (MDP) ; certains programmes de CCS, et donc de BECCS et de DAC, sont également éligibles au MDP depuis la COP de Durban de 2011. Par ailleurs, des fonds de financements ont été créés pour soutenir ces techniques ainsi que la *climate-smart agriculture* dont le *biochar* (e.g. le BioCarbon Fund de la Banque mondiale (2004-2020)).

²⁴ Quant aux initiatives de végétalisation des villes dans les pays riches, elles s'apparentent le plus souvent à des programmes climatiques cosmétiques, qui visent surtout des cobénéfices : amélioration du cadre de vie, lutte contre la pollution de l'air.

²⁵ Il faut souligner ici que certaines technologies d'atténuation ont elles aussi une empreinte environnementale conséquente, sur le sous-sol (géothermie) et au-delà (autres énergies renouvelables, isolation thermique, *smart grids*, etc.), ainsi qu'un coût important. Les défenseurs de l'ICL ne manquent pas de le rappeler.

environ), et jamais sur plusieurs décennies comme il est envisagé de le faire. Le recul sur ces technologies n'est donc pas suffisant²⁶.

C. Un consensus politique apparent, porté par des experts techniques promouvant dans leur sphère confinée des politiques de recherche

D'une importance au moins égale, un quatrième et dernier débat est hélas moins présent dans la littérature. Il s'agit du court-circuitage démocratique opéré par les programmes – souvent public-privés – de CCS, dont ceux de BECCS et de DAC. En effet, la construction d'un consensus au sujet des choix réglementaires et financiers permettant leur développement s'effectue souvent au sein d'arènes expertes peu perméables.

D'un côté, des groupes d'experts nationaux et internationaux influents (dont le GIEC) ont apporté leur soutien au déploiement massif de l'afforestation et de la BECCS. Celui-ci a été perçu par les industriels et les États comme le signal qu'il faudrait désormais faire de l'IC, au moins à la marge, et l'éligibilité des projets de CCS des pays en voie d'industrialisation au Mécanisme de développement propre (MDP) a été entérinée lors de la COP de Durban de 2011. Pourtant, il se peut que cette position découle d'un biais lié aux pratiques de modélisation numérique prônées par le Groupe III du GIEC. En tout cas, rien n'indique que les spécialistes du changement climatique soient globalement favorables à l'IC. Il est même manifeste qu'elle a suscité parmi eux une hostilité importante.

D'un autre côté, à partir du début des années 1990 et surtout à la fin des années 2000, les industriels ont co-construit avec les États riches un contexte favorable à l'innovation en matière de CCS – et donc par là même en matière de BECCS et de DAC –, au sein d'une arène experte de R&D largement « confinée » : des politiques publiques d'innovation (e.g. en 2009, la création du Fonds démonstrateur européen *New Entrant Reserve 300* et l'engagement des leaders du G8 de construire vingt grands démonstrateurs industriels pour tester la technologie CCS) ; un travail réglementaire, notamment afin de faire exclure le CO₂ de la liste des déchets (requête qui a été acceptée : la réglementation actuelle, tant au niveau du droit européen que du

²⁶ R. BRIDAY, 2021, (à paraître), *op. cit.* De plus, on peut se questionner sur la pertinence d'accroître par ce biais les activités d'exploitation du sous-sol, qui requièrent une logistique de contrôle importante – même si celle-ci est plutôt bien rodée du fait de l'ancienneté des filières pétro-gazières et géothermiques.

droit français, ne classe pas le CO₂ à l'état supercritique parmi les déchets)²⁷. Au début des années 2010, les contestations citoyennes et la crise post-2008 ont significativement affaibli la filière d'innovation du CCS, freinant l'enthousiasme de nombreux industriels et États (ce fut en tout cas indubitablement le cas en Europe au sujet du stockage *onshore*). En revanche, ces événements n'ont pas terrassé le CCS (même si la filière peine toujours à attirer les investisseurs, la plupart des projets restant coincés dans la phase précoce d'innovation dite de R&D). Ils ne l'ont hélas pas non plus significativement ouvert à la délibération collective : bien que les mobilisations citoyennes aient quelque peu publicisé le CCS et l'aient soumis localement à la délibération citoyenne, le sujet demeure largement confiné dans la sphère experte²⁸.

III. Quels consensus possibles au sujet de la géoingénierie ?

A. La quête d'un consensus scientifique

Face à l'urgence climatique, des chercheurs influents ont présenté la GE comme un possible dernier recours à quelque catastrophe climatique à venir²⁹. La plupart des chercheurs ont montré leur scepticisme et jugé que la meilleure posture était de ne pas alimenter la discussion sur ces technologies dangereuses et techniquement hypothétiques à ce stade. Seulement une poignée d'acteurs – scientifiques et ingénieurs, *thinks tanks* néolibéraux et conservateurs, grandes fortunes et entrepreneurs du capitalisme vert –, ceux qu'Hamilton a appelés la « géoclique », s'est engouffrée dans la brèche ouverte. Le constat énoncé précédemment pour l'ensemble des techniques d'IC est encore plus vrai pour la GE : les communautés sont restreintes et les

²⁷ O'NEILL et NADAI, *op. cit.* ; S. CHAILLEUX, « Carbon capture and storage : a French failure story. When the problem get lost in the solution definition », ICPP, Jun 2019, Montréal, Canada, <hal-02288777>

²⁸ C. BRAUN, « Not in My Backyard : CCS Sites and Public Perception of CCS », *Risk Analysis*, 2017, vol. 37, n° 12, pp. 2264-2275. ; R. BRIDAY, 2021, (à paraître), *op. cit.* Prenons l'exemple de la France. Dans son *Projet de Stratégie Nationale Bas-Carbone. La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone*, le Ministère de l'écologie explique que, dans son « scénario de référence, il est envisagé qu'environ 5 MtCO₂/an pourraient ainsi [...] évitées dans l'industrie en 2050 [grâce au CCS], et qu'une dizaine de MtCO₂ d'émissions négatives pourraient être produites annuellement grâce à la BECCS ». Ajoutant : « à la suite de la transposition de la directive européenne sur le CSC dès 2009, le cadre législatif est prêt ». [MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE, *Stratégie nationale bas-carbone. La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone*, 2020, p. 164. disponible en ligne sur : <https://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/documents/Bulletinofficiel-0031300/TRER2010109P.pdf?jsessionid=6DB8B7FA4D7E8E12FB7987B6BF291A33>]. Ces chiffres sont évidemment dérisoires comparativement à l'effort mondial à fournir, mais ils signifient que l'État français donne – enfin ! – des signaux clairs en faveur du développement de la filière du CCS. Pour autant, alors que ces objectifs étaient annoncés publiquement dès 2018, la Convention citoyenne pour le climat (octobre 2019-juin 2020) n'a nullement discuté la question du CCS et de la BECCS, et elle demeure très peu présente dans le débat public en France.

²⁹ P. CRUTZEN, « Albedo enhancement by stratospheric sulfur injections: a contribution to resolve a policy dilemma ? », *Climatic Change*, 2006, n° 77, p. 211-219. ; J. LOVELOCK, C. RAPLEY, « Ocean pipes could help the Earth to cure itself », *Nature* 449, 2007.

financements sont faibles. Les politiques de recherche publiques ne misent pas à ce stade sur ces technologies controversées, les laissant aux mains du secteur privé³⁰. Les financements des États sont faibles³¹, mais même les financements privés le restent à ce stade, ne serait-ce que parce que les expériences *in situ* sont très rares³² (voir *infra*).

Plusieurs groupes de chercheurs ont réfléchi aux possibles conditions de recherche et de déploiement de la GE³³. Si les critiques adressées à l'encontre des techniques de GE sont principalement de nature morale, politique ou anthropologique (voir section suivante), ces techniques ont aussi fait l'objet de critiques épistémologiques.

D'abord, avant d'être pleinement déployées ou testées « grandeur nature », et avant donc d'avoir des effets importants et potentiellement catastrophiques, elles ne peuvent être testées qu'avec des modèles numériques³⁴. Or ces modèles, comme mode d'enquête et de production de connaissances sur le monde, présentent des limites et des biais importants, peu importe la complexité, la diversité et la richesse de ces simulations³⁵. Les modélisations sont bien sûr indispensables à l'évaluation des risques de la GE ; toutefois, la construction de savoirs scientifiques, rappellent d'autres chercheurs, ne saurait se faire sans des expériences de terrain. Or, la communauté des climatologues semble pencher en faveur d'un moratoire sur les expériences de terrain à ce stade. En 2006, le président de l'*US Academy of sciences* Ralph

³⁰ C. HAMILTON, 2013, *op. cit.*

³¹ Ils étaient de l'ordre de 8 millions de dollars par an en 2018 et 2019 ce qui est très faible comparé aux 3,5 milliards consacrés au changement climatique aux États-Unis (J. L. REYNOLDS, 2019, « Solar geoengineering to reduce climate change: a review of governance proposals », *Proc. R. Soc. A*, 475.)

³² Hormis le rayonnement solaire qui bénéficie d'un financement très aléatoire en fonction des États, les deux plus gros financeurs privés de la GE sont le Virgin Earth Challenge (Bill Gates) et le CCS Fund for Innovative Climate and Energy Research (FICER). En revanche, la recherche sur la fertilisation des océans est davantage financée par des fonds publics, exception faite de la dizaine d'expériences privées (Planktos de Russ Georges, Climos, etc.) O. BOUCHER *et al.*, *Atelier de réflexion prospective REAGIR : Réflexion systémique sur les enjeux et méthodes de la géo-ingénierie de l'environnement*, document de synthèse, Agence nationale de la recherche, 2014 http://arp-reagir.fr/iso_album/rapport_final_court_v14.pdf [consulté le 07/03/2021]

³³ E.g. S. RAYNER, C. HEYWARD, T. KRUGER, N. PIDGEON, C. REDGWELL & J. SAVULESCU, « The Oxford Principles », *Climatic Change*, 2013-121, pp. 502-503. ; BOUCHER *et al.*, 2014, *op. cit.* Le GIEC a lui-même organisé, dès 2011, un évènement sur la question (et plus généralement sur l'IC). Il a donné lieu à un rapport qui se présente surtout comme une succession de définitions. S'il met en garde contre les dangers de la GE, il ne conclut pas au caractère rédhitoire de ces technologies (IPCC 2012).

³⁴ Voir A. ROBOCK *et al.*, « A test for geoengineering ? », *Science*, 327, 5965, 2010, pp. 530-531. ; P. WILLIAMSON *et al.*, « Ocean fertilization for geoengineering : A review of effectiveness, environmental impacts and emerging governance », *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 90, n° 6, 2012, pp. 475-488. Il est intéressant de constater que cette critique « épistémique » a été prise certainement plus au sérieux par la géoclimatologie que la critique anthropologique et morale (MACMYNOWSKI *et al.*, « Can we test geoengineering ? », *Energy & Environmental Science*, 4, 12, 2011, pp. 5044 -5052), ce qui n'est pas surprenant au vu de la stratégie de celle-ci, qui tend à « techniciser » sans cesse le débat sur les risques et à disqualifier l'autre camp en lui prêtant des intentions purement idéologiques (néoluddisme, socialisme, décroissantisme) – alors qu'elle peut elle aussi être accusée de faire preuve d'idéologie aux dépens de la recherche d'efficacité en matière de lutte contre le changement climatique (ce qu'a bien montré Clive Hamilton (2013) aux sujets des *thinks tanks* et grandes fortunes impliquées).

³⁵ N. ORESKES, « The Role of Quantitative Models in Science », in *Models in ecosystem science*, sous la dir. de C. D. CANHAM, J. J. COLE ET W. K. LAUENROTH, Princeton University Press, Princeton, 2003, pp. 13-31.

Cicerone, bien qu'ouvert à la possibilité de recourir à une ingénierie environnementale à grande échelle (il avait proposé de réfléchir à des technologies permettant de réparer la couche d'ozone au tournant des années 1990), a proposé de convenir d'un moratoire sur les expériences d'IC à grande échelle³⁶. Il existe de fait un relatif « consensus » tacite au sein de la communauté des scientifiques de l'atmosphère sur le fait de ne pas intervenir sur l'atmosphère (ou le climat) pour l'étudier, et de ne pas intervenir sur l'atmosphère pour « l'améliorer ». C'est vrai en cas de risque d'incidences à une échelle importante (*cf.* les débats depuis l'après-guerre et surtout à partir des années 1970), mais un tel tabou existe aussi au sujet des expériences *in situ* qui ont des impacts seulement locaux sur l'atmosphère et/ou le climat. En outre, des contestations citoyennes sont nées autour d'expériences de fertilisation des océans et de l'expérience SPICE testant une modification l'albédo de la stratosphère. Dans le second cas, des chercheurs en sciences sociales ont soutenu les oppositions, notamment le géographe et politiste Mike Hulme³⁷.

Une seconde difficulté épistémique existe. Dans un article célèbre, Rudner a proposé que le niveau d'exigence épistémique pour accepter une proposition comme vraie augmentait avec le risque encouru en cas d'erreur³⁸. Dans le cas de la GE, le risque en cas d'erreur d'appréciation sur le fonctionnement des techniques et leurs effets collatéraux est paroxystique, puisqu'il met en jeu le fonctionnement de la planète entière. Le niveau d'exigence épistémique doit être relevé à la hauteur du risque encouru. Ceci a une incidence sur le choix de sujet des scientifiques³⁹.

B. Un consensus idéologique et culturel au sujet de la GE

Des critiques morales, anthropologiques et politiques sérieuses ont également été adressées à la GE. Certains auteurs jugent que les difficultés de gouvernance de la GE sont rédhibitoire⁴⁰. Et les recherches sur son déploiement sont conditionnées, sinon par l'adhésion, tout le moins par l'acceptation du grand public. Chunglin Kwa a ainsi montré que si les recherches sur les modifications intentionnelles des phénomènes météorologiques (e.g. déviation des ouragans, déclenchement de précipitations) ont subi un coup d'arrêt dans les années 1970, après deux

³⁶ R. CICERONE, « Geoengineering : encouraging research and overseeing implementation. An Editorial Comment », *Climatic Change*, 2006-77, p. 225.

³⁷ M. HULME, *Can science fix climate change ? A case against climate engineering*, Cambridge, Polity Press, 2014.

³⁸ R. RUDNER, « The scientist qua scientist makes value judgments », *Philosophy of science*, 20, 1, 1953, pp. 1-6.

³⁹ Ce niveau d'exigence épistémique se retrouve évidemment dans le domaine de l'expertise à destination du politique : dans le cas de GE, la capacité à produire des expertises suffisamment certaines devient difficilement atteignable ; or, toute incertitude relative aux effets territoriaux de la GE pourrait potentiellement générer des tensions géopolitiques.

⁴⁰ M. HULME, *op. cit.*, 2014

décennies de recherches par de grandes figures et des laboratoires reconnus, c'est moins parce que les techniques ne « fonctionnaient » pas⁴¹ que parce que l'attitude du grand public américain relativement aux technologies, aux risques et à la nature ont changé dans les années 1970. La constitution de collectifs protestant contre celles-ci a ainsi été décisive pour la modification du droit et l'arrêt des financements de la recherche. Aux yeux des historiens, une partie importante du « consensus » contemporain contre la GE est de nature culturelle et idéologique⁴².

Les techniques de GE véhiculent un puissant imaginaire « d'apprenti-sorcier » du climat, pour reprendre l'expression d'Hamilton⁴³. Elles reposent sur une philosophie « prométhéenne » de la nature, qui a cristallisé les contestations des ONG et a toutes les chances de heurter des sensibilités aujourd'hui largement répandues. Cette philosophie s'adosse à une épistémologie particulière : le pari est fait que nous pouvons correctement et quantitativement prédire l'ensemble des effets qu'auront ces techniques. Elle s'appuie également sur une ontologie : la Terre est comprise comme un système physique, déterministe et prédictible. Enfin sur le plan anthropologique, les prométhéens héritent des Modernes l'idée qu'il échoit à l'Humanité de contrôler et de dominer une Nature conçue comme extérieure. Suivant cette conception, c'est aux scientifiques et ingénieurs (qui ont les connaissances sur le sujet), que revient le *management* de la planète en bon père de famille.

Une autre philosophie de la nature et une autre conception de la Terre et des rapports que l'« humanité » devrait entretenir avec elle s'est développée au cours des dernières décennies⁴⁴. Héritée de la conception « vivante » de la Terre véhiculée par Gaïa, les tenants « du système Terre » (ou de Gaïa) ont mis en avant une ontologie différente pour penser la Terre : celle-ci est vue comme un système complexe, non pas seulement physique mais enrichie d'entités biologiques, chimiques et sociales, et dont la complexité entraîne un comportement potentiellement chaotique. À l'épistémologie omnisciente des prométhéens est opposée une

⁴¹ L'historien James Fleming a montré l'inefficacité chronique de ces technologies tout au long du XX^{ème} siècle, dans leurs applications militaires comme civiles. J. FLEMING, *Fixing the sky : The checkered history of weather and climate control*, Columbia University Press, 2010.

⁴² C. KWA, « The rise and fall of weather modification : Changes in American attitudes towards technology, nature and society », in C. MILLER, P. EDWARDS (Eds), *Changing the atmosphere : Expert knowledge and environmental governance*, Cambridge, The MIT Press, 2001, pp. 135-165. Voir aussi : J. FLEMING, *Fixing the sky : The checkered history of weather and climate control*, Columbia University Press, 2010.

⁴³ C. HAMILTON, 2013, *op. cit.*

⁴⁴ Les développements de cette section reprennent l'analyse de S. DUTREUIL, « Is the decisive issue in geoengineering debates really one of representation of nature? Gaia against (or with ?) Prometheus ? », *Carbon & Climate Law Review*, 13, 2, 2019, pp. 94-103.

épistémologie de l'incertitude : le comportement de systèmes complexes ne peut être prédit de manière quantitative et précise ; seules des trajectoires potentielles peuvent être envisagées, et les transitions abruptes et catastrophiques des « *tipping point* » ne peuvent être que devinées à leur approche, *via* l'étude des « signaux avant-coureurs ». Enfin, à l'anthropologie de maîtrise et de contrôle d'une nature extérieure est opposée une anthropologie du soin à une entité à laquelle nous appartenons, au même titre que les autres vivants. Les ingénieurs, par leurs techniques, ne « contrôlent » pas la nature, et ne « réparent » pas le vaisseau spatial Terre : ils « aident Gaïa à se soigner elle-même » suivant le titre d'un article de Lovelock et Rapley étudiant la possibilité de mélanger artificiellement les océans à l'aide de gigantesques tuyaux en béton⁴⁵.

La philosophie gaïenne de la nature et de la Terre s'oppose ainsi à la philosophie prométhéenne qui sous-tend historiquement les réflexions sur la GE. Cette conception gaïenne de la Terre ne véhicule donc pas l'imaginaire d'apprenti-sorcier et se débarrasse des éléments qui avaient toutes les chances de susciter des réticences auprès du grand public sensible aux questions environnementales. Pour autant, il est tout à fait remarquable de constater qu'une partie importante des représentants de cette conception gaïenne ou systémique de la Terre soutient et défend la nécessité de faire des recherches et d'envisager la possibilité de recourir à la GE en cas de crise climatique majeure ; à commencer par Lovelock – à l'origine de l'hypothèse Gaïa – et Crutzen – à l'origine du concept d'Anthropocène, central pour les sciences du système Terre. Bien sûr, la manière de présenter l'IC diffère de celle des prométhéens. D'une rationalité technocratique et économique (« C'est pas cher et ça marche ! »), on passe à une rationalité d'ordre esthétique⁴⁶. De l'idée que nous pourrions exactement contrôler les conséquences de la GE, on passe à l'idée d'un « *management* adaptatif » qui consiste à agir, observer les conséquences (certaines étant imprévisibles), puis s'adapter et agir de nouveau en conséquence.

Si nous nous sommes arrêtés sur cette opposition entre deux philosophies de la nature, c'est justement parce que ce qui a longtemps été vu comme le moteur puissant d'un rejet large de la GE (empêchant donc un consensus), l'imaginaire d'apprenti sorcier des prométhéens, s'est relativement effacé derrière une philosophie gaïenne de la nature, apparemment moins

⁴⁵ J. LOVELOCK, C. RAPLEY, « Ocean pipes could help the Earth to cure itself », *Nature* 449, 2007.

⁴⁶ « It may be a matter of aesthetics. The conflict between the fear and power chambered together in the heart of the sublime becomes much more uncomfortable if no beauty is experience [...]. I can see argument for geoengineering based on compassion, on duty and on virtue. In the end, though, should there not - must there not – be an argument that stems from beauty ? If there is no beauty, merely power, can the technological traditions of titans be anything other than monstrous ? ». O. MORTON, *The Planet Remade : How Geoengineering Could Change the World*, Princeton University Press, 2015, p. 338.

génératrice d'oppositions. Corrélativement des déplacements dans les termes et les métaphores légitimant la GE ont été opérés : mesures d'atténuation », « remédiation climatique », « GE douce », « géo-thérapie »... Les défenseurs les plus enthousiastes de la GE n'ont eu cesse de remodeler leur langage pour parler des techniques de GE, développant une sorte de marketing de la GE⁴⁷ à destination de la sphère politique.

IV. Quel(s) consensus sur la gouvernance internationale de l'ingénierie climatique ?

A. Un dissensus sur les leviers d'action

Si un consensus scientifique sur les faits existe (voir I), le consensus politique est lui beaucoup plus fragile. Les tensions au sein des négociations internationales sur le climat, le manque d'ambition des textes qui en découlent, reflètent en partie cette fracture de la société internationale face à la question climatique.

Il y a d'abord le cas particulier des représentants étatiques niant les effets des changements climatiques afin de ne pas compromettre les intérêts économiques de leur pays. Le climatospecticisme reste présent dans les classes politiques de certains États, même au plus haut niveau de responsabilité⁴⁸. Il y a ensuite « une fabrique de la lenteur » au sein de la négociation internationale, faite de la procrastination manifeste de certains et des négociations compliquées pour convenir de la différenciation de l'effort au niveau international, dans une diplomatie du climat devenue « obèse »⁴⁹. Lors de la COP-climat de Katowice (déc. 2018), les États ne sont ainsi pas parvenus à réunir un consensus sur la question de savoir s'il fallait seulement « prendre note » ou bien « accueillir favorablement » le rapport du GIEC relatif au réchauffement planétaire de 1,5°C⁵⁰. En effet, les quatre plus grands États pétroliers – l'Arabie saoudite, le Koweït, la Russie et les États-Unis – se sont opposés à toute référence au Rapport d'évaluation du GIEC de 2014 dans le *rulebook* de mise en œuvre de l'Accord de Paris. Si les États-Unis de

⁴⁷ D. KEITH, « Geoengineering the Climate. History and Prospect », *Annu. Rev. Energy Environ.*, 2000-25, pp. 245-284.

⁴⁸ Par exemple, le Premier ministre australien Scott Morrison ou encore l'ancien Président américain Donald Trump ont à plusieurs reprises nié publiquement les effets des changements climatiques.

⁴⁹ S. AYKUT, A. DAHAN, *Gouverner le climat ? 20 ans de négociations internationales*, Les Presses de SciencesPo, 2014

⁵⁰ GIEC, Résumé à l'intention des décideurs, *Réchauffement planétaire de 1,5 °C, Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté* [Publié sous la direction de 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 ET T. WATERFIELD]. Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 2018, 32 p. Disponible à l'adresse suivante : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_fr.pdf

Donald Trump nièrent l'ampleur des changements climatiques, la position de l'Arabie Saoudite fut plus ambivalente dans la mesure où, tout en refusant d'accueillir favorablement le rapport du GIEC, elle s'est appuyée sur ce même rapport pour soutenir les technologies de CCS, mettant ainsi en exergue l'objet d'un véritable dissensus.

Le dissensus se cristallise sur deux points : « qui doit mettre en œuvre les solutions ? » et « quelles solutions choisir ? ». Le dissensus entre les États, quant à la part de responsabilité de chacun dans les phénomènes liés aux changements climatiques, a trouvé un écho dans le droit au travers du principe des responsabilités communes mais différenciées qui a permis un consensus pour l'adoption du Protocole de Kyoto. Toutefois, ce principe est aujourd'hui devenu l'une des causes de l'absence de consensus sur la détermination d'objectifs chiffrés de réduction des GES puis de contributions nationales déterminées ambitieuses pour certains États⁵¹. Le consensus semble par ailleurs fragile dans la communauté scientifique comme chez les décideurs dès lors que se pose la question des solutions à mettre en œuvre pour freiner leurs effets. Si pour la plupart des scientifiques la réduction des émissions de GES demeure la « voie royale » dans cette lutte, d'autres voies plus contestées sont à l'étude depuis plusieurs décennies et ont trouvé récemment écho dans certains textes internationaux comme le recours aux techniques d'IC.

B. Un consensus politique ancien sur l'inscription de l'IC à l'agenda international

Poussées par l'objectif de « zéro émission nette », introduit à l'article 4 de l'Accord de Paris (déc. 2015), qui ne peut être atteint que lorsque les émissions anthropiques de CO₂ sont compensées à l'échelle du globe par l'élimination anthropique de CO₂, ces technologies « réparatrices » sont aujourd'hui inscrites à l'ordre du jour de plusieurs enceintes internationales : les COP-climat, l'Organisation maritime internationale, les COP de la Convention sur la diversité biologique, la Commission du droit international ou encore le

⁵¹ « En matière d'émissions de GES, le Brésil est, avec la Chine et l'Inde, l'un des trois plus grands pollueurs du monde en développement ; à ce titre, il joue un rôle essentiel dans les négociations internationales sur le changement climatique. Le Brésil souligne que la responsabilité des pays face au changement climatique ne devrait pas être mesurée à l'aune des émissions annuelles. Selon lui, cette responsabilité est plus étroitement liée à la contribution à la hausse de la température mondiale. Étant donné que le dioxyde de carbone, le GES le plus important, reste dans l'atmosphère en moyenne pendant plus de 100 ans, les émissions passées doivent d'abord être prises en considération. Par conséquent, lors des négociations internationales, le Brésil se refuse à accepter les objectifs de réduction des émissions avant 50 ans. Selon lui, ce n'est qu'à ce moment que le poids de la responsabilité pour l'ensemble des émissions présentes dans l'atmosphère sera identique pour les pays développés et les pays en développement », in André Santos Pereira et Emilio Lèbre la Rovere, « Paradoxes du Brésil face aux changements climatiques », revue du Centre Tricontinental, Alternatives Sud « Changements climatiques. Impasses et perspectives », n°2/2006, <https://www.cetri.be/Changements-climatiques-Impasses>.

Programme des Nations Unies pour l'Environnement. Si l'IC fait aujourd'hui l'objet d'une importante attention dans les arènes internationales, la question n'est pas nouvelle. En 2011, la Commission du droit international a décidé d'inscrire le sujet « Protection de l'atmosphère » à son programme de travail à long terme. En 2014, un premier rapport a été établi par M. Shinya Murase alors rapporteur spécial sur la question. À l'occasion de ce travail, le rapporteur spécial a cru bon de rappeler qu'« on se livr[ait] couramment à des manipulations en vue d'obtenir le temps souhaité depuis les années 40 »⁵².

Le terme « couramment » est largement abusif en ce qui concerne la sphère civile⁵³ ; elle l'est moins chez les militaires⁵⁴. En 1976, plusieurs États dont les deux principaux moteurs de la recherche sur les armes météorologiques et climatiques, les États-Unis et l'URSS, ont d'ailleurs adopté la Convention sur l'interdiction d'utiliser des techniques de modification de l'environnement à des fins militaires ou toutes autres fins hostiles (ENMOD)⁵⁵.

À cette époque, l'Organisation météorologique mondiale recommande la prudence dans l'utilisation grande échelle de l'IC. Il n'existe pas de consensus à son sujet dans les arènes internationales. Avec l'avènement du droit international de l'environnement, le regard a changé. Ainsi, le rapporteur spécial de la Commission du droit international a proposé un projet de directive 7, en 2016, indiquant que : « Les activités visant à la modification intentionnelle à grande échelle de l'atmosphère devraient être menées avec prudence et précaution, sous réserve de toute règle applicable de droit international »⁵⁶. Cependant, aucun consensus politique sur cette directive n'a été trouvé : plusieurs membres n'étaient toujours pas convaincus que « ce projet de directive [était] nécessaire en ce qu'il restait fondamentalement litigieux, était toujours en cours d'examen et reposait sur une pratique très limitée. D'autres étaient cependant d'avis qu'il pouvait être amélioré en seconde lecture »⁵⁷. Ce dissensus entre les États, mis en exergue

⁵² *Premier rapport sur la protection de l'atmosphère*, établi par M. Shinya Murase, Rapporteur spécial, Commission du droit international, Soixante-sixième session Genève, 5 mai-6 juin et 7 juillet-8 août 2014, A/CN.4/667

⁵³ Toutefois, l'Assemblée générale des Nations Unies dans sa résolution 1721 (XVI) en 1961, recommandait aux États de « faire progresser la science et la technique atmosphériques de manière à faire mieux connaître les forces physiques fondamentales affectant le climat et à donner la possibilité de modifier à grande échelle les conditions météorologiques ». AGNU, Résolution 1721 C (XVI) « Coopération internationale touchant les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique », 1085^{ème} séance plénière, 20 décembre 1961.

⁵⁴ J. FLEMING, *Fixing the sky : The checkered history of weather and climate control*, Columbia University Press, 2010.

⁵⁵ Adoptée à New York, le 10 décembre 1976, Nations Unies, Recueil des Traités, vol. 1108, n° 17119, et entrée en vigueur en 1978.

⁵⁶ Rapport de la Commission du droit international, Soixante-huitième session, (2 mai-10 juin et 4 juillet-12 août 2016), A/71/10.

⁵⁷ *Ibid.*

par l'examen de cette directive au sein de la Commission du droit international, révèle les tensions politiques qu'il existe sur la question de la gouvernance internationale de l'IC.

C. Un consensus politique flou sur la question de la gouvernance de la géoingénierie

Lors du nouvel examen de la directive 7 du projet de directives sur la protection de l'atmosphère au sein de la Commission du droit international en 2020, plusieurs États ont envoyé des commentaires et des observations qui révèlent trois positions. Premièrement, un consensus politique existe à l'échelle internationale sur le fait de ne pas interdire les activités d'ICL, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut (voir II).

Deuxièmement, un consensus politique semble aussi se dessiner sur la nécessité d'encadrer les activités de GE. D'abord, l'Organisation maritime internationale et la Convention sur la diversité biologique ont adopté un moratoire sur les expériences de fertilisation des océans à grande échelle⁵⁸. Ensuite, plusieurs groupes d'experts scientifiques internationaux ont été mandatés pour rendre des rapports sur le rôle que pourrait jouer l'IC pour répondre aux enjeux des changements climatiques mais aussi sur ses éventuels effets néfastes sur l'environnement. Ainsi, le GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) a rendu en 2019 un rapport intitulé « High level review of a wide range of proposed marine geoengineering technique »⁵⁹ afin d'éclairer notamment l'Organisation maritime internationale sur ces questions. Le recours par les décideurs aux expertises scientifiques sur la question de la GE atteste de leur volonté d'encadrer juridiquement ces pratiques sur la scène internationale.

Conscients du caractère sensible de la question du recours à la GE, les représentants étatiques opèrent un travail en amont pour permettre en aval un fort degré d'« acceptabilité sociale » des décisions qui seront prises. Ils cherchent une légitimité scientifique, sans pour autant qu'un consensus scientifique réel existe, qui non seulement permettrait de construire un consensus politique mais aussi qui entraînerait dans son sillon une légitimité démocratique. Toutefois, en

⁵⁸ L'Organisation maritime internationale par sa résolution LC-LP.1 de 2008 et la Convention sur la diversité biologique par sa décision IX/16.

⁵⁹ GESAMP (2019). « High level review of a wide range of proposed marine geoengineering techniques », (Boyd, P.W. and Vivian, C.M.G., eds.). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UN Environment/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 98, 144 p.

pratique, la mécanique ne fonctionne pas toujours de la sorte notamment dans les domaines où l'incertitude scientifique règne. Pensons, par exemple, au cas des OGM.

Enfin, le consensus politique est bien plus incertain, voire inexistant, dès lors que les représentants étatiques négocient le contenu du cadre juridique de l'IC. Au sein de la Commission du droit international, l'Argentine a considéré, par exemple, qu'un droit spécifique à l'IC devrait être négocié et créé alors que l'Allemagne, l'Union européenne ou encore Antigua-et-Barbuda estiment que le droit international de l'environnement, notamment l'obligation de réaliser des études d'impact ou encore le principe de précaution, peut suffire à permettre la définition du cadre juridique de cette dernière.

Par ailleurs, au sein de l'Organisation maritime internationale, si un consensus politique fragile existe vis-à-vis de la fertilisation des océans à grande échelle, tel n'est pas le cas vis-à-vis du CCS. La Chine est, par exemple, le seul État à s'être opposé à l'autorisation de séquestration transfrontière du CO₂ au motif que l'exportation de CO₂ risquait d'ouvrir la voie à l'exportation d'autres déchets. Pour la Chine, des incertitudes techniques et juridiques demeurent sur ce point et nécessitent d'être résolues avant qu'une décision ne puisse être adoptée. Toutefois, en l'absence de consensus, les États ont décidé de procéder à un vote et la décision d'autorisation de séquestration transfrontière de CO₂ a été adoptée⁶⁰.

L'IC est donc indéniablement à l'ordre du jour de l'agenda international. Toutefois, rien ne permet vraiment aujourd'hui d'affirmer d'une part qu'un consensus politique existe sur la GE (alors qu'il semble exister pour l'ICL), et d'autre part, que ce consensus politique n'existera pas demain. Les positions du GIEC et des scientifiques du climat proposant un moratoire sur les expériences pertinentes pour tester les effets possibles d'un déploiement de GE consistent certes à mettre en garde contre les impacts potentiellement désastreux de la GE, mais laissent la porte ouverte à un déploiement de GE « en dernier recours ». Cette posture contraste avec celle de nombreux ONG environnementales et chercheurs de sciences sociales, pour lesquelles cette notion de « dernier recours » générera des controverses sans fin, de même que l'attribution des responsabilités des phénomènes climatiques et météorologiques induits par le déploiement.

⁶⁰ Sur le recours au vote en l'absence de consensus voir dans ce dossier la contribution de A. DAHAN et S. MALJEAN-DUBOIS.

Ceci les conduit à dire que la GE est *a priori* ingouvernable et qu'il faut par conséquent écarter cette option⁶¹.

V. Conclusion

L'établissement d'un éventuel consensus scientifique et technique sur le mode de fonctionnement des techniques et leurs impacts se heurte à une série de difficultés : les savoirs sur l'IC sont produits par des communautés de taille restreinte, ayant été constituées avec un biais d'échantillonnage parmi les experts qui auraient les savoirs et savoir-faire sur ces questions, et ayant souvent des intérêts marchands (les brevets des techniques ; les liens entre responsabilité dans le changement climatique et « réparation »). En outre, compte tenu des hauts risques environnementaux encourus, en particulier dans le cas de la GE, le niveau de certitude dans l'établissement d'un « consensus » devrait être extrêmement élevé, et il y a une interrogation sur la possibilité que les modes de production des savoirs disponibles (les modèles) puissent atteindre ce haut niveau de certitude.

Un biais de nos démocraties techniques réside dans le fait que, fréquemment, le consensus recherché porte en priorité sur le fonctionnement technique des technologies ; paradoxalement, ces sociétés reconnaissent dans le même temps que tout choix technique est inextricablement lié à des questions d'intérêt, de légitimité des porteurs de la technologie, de gouvernance et de conflits entre logiques politiques de court, moyen et long termes. En corollaire, le discours de défense d'une recherche devant avancer librement est intenable : les questions de savoir s'il faut ou s'il fallait même faire de la recherche sur ces questions, celle de savoir si, à supposer que l'on dispose de telles techniques, il faille ou non les déployer ensuite, ne sont pas des questions qu'il faudra poser à la fin, mais dès le début, c'est-à-dire dès à présent.

Dans une vision purement positiviste, la légitimité de la règle se confond avec sa validité en ce sens que la légitimité de la norme dépend de sa conformité aux règles d'édiction. Toutefois, en s'écartant de cette vision et en considérant qu'il existe un « pluralisme des légitimités » engageant la dimension matérielle et axiologique du droit, dès lors que la norme est appréciée en termes d'effectivité ou d'ineffectivité, la légitimité de la règle ne dépend plus uniquement de l'accomplissement de procédures formelles mais aussi de la recherche de consensus qui font

⁶¹ C. HAMILTON, 2013, *op. cit.* ; M. HULME, *Can science fix climate change? A case against climate engineering*, 2014, Cambridge, Polity Press.

appel à d'autres registres de légitimité notamment au registre scientifique et démocratique. Si en contexte de certitude scientifique, le consensus apparent correspond bien souvent au consensus réel, il n'en n'est pas de même en contexte d'incertitude scientifique dans lequel les consensus semblent être construits notamment par le discours politique mais aussi scientifique. L'avènement sur l'agenda international de la GE est un exemple prégnant de cette scission entre le consensus apparent et le consensus réel.