

13 PROJETS PLUS OU MOINS FOUS

Pulvériser de l'eau pour fabriquer des nuages, blanchir la surface du globe ou filtrer le carbone pour mieux le stocker sous terre... Les sorciers du climat rivalisent d'idées pour contrer les effets du réchauffement de la planète

Ecologie · Science · Cleantech · Changement climatique · université d'Oklahoma

5 août 2021 Par SÉBASTIEN BILLARD, RÉMI NOYON et VÉRONIQUE RADIER

Tous les chercheurs contactés pour cette enquête le rappellent : pour préserver l'habitabilité de la Terre, l'urgence est à la réduction drastique de nos émissions de gaz à effet de serre. Les pistes sur lesquelles travaillent les spécialistes de la géo-ingénierie sont incertaines, lointaines, imparfaites, parfois dangereuses. En matière d'écologie, tout est interconnecté, et une intervention ici peut avoir des conséquences inattendues là-bas. Il n'y a pas de solution miracle ! Ceci posé, voici les principales pistes de recherche. Des plus crédibles aux plus fantaisistes...

1 PARER LE RAYONNEMENT

SOLAIRE

La technique de l'injection d'aérosols dans la stratosphère (IAS) constitue l'une des hypothèses les plus explorées. Largué par des avions à quinze ou vingt kilomètres au-dessus des tropiques, ce voile de particules se diffuserait tout autour de la planète avant de retomber au bout d'une année. Les injections devraient être constantes pour éviter une interruption brutale. « Si nous devons le faire, ce serait pour gagner 0,5 ou 1 degré, ce qui équivaut à une éruption du Pinatubo tous les ans, c'est-à-dire à 10 millions de tonnes de soufre. C'est bien inférieur à ce que nous rejetons déjà dans le cadre des processus industriels », pointe Olivier Boucher, pour qui l'IAS ne devrait être envisagée que dans le cas d'un réchauffement très élevé (+ 3 degrés à la

fin du siècle). Bien qu'il soit favorable à la recherche sur la géo-ingénierie solaire, ce climatologue partage les inquiétudes de ses collègues : « Il est difficile de prévoir toutes les conséquences d'une telle intervention, notamment sur les climats régionaux. » Puisque ce programme ne peut pas être testé à échelle réelle, les scientifiques se fondent sur des modélisations et l'observation des éruptions volcaniques passées. Dans les années 2010, un projet britannique (Spice) prévoyait de déployer un tuyau arrimé à un ballon d'hélium pour pulvériser de l'eau en altitude (avant de tester d'autres particules), mais il a suscité une levée de boucliers. Cette année, un groupe de chercheurs de Harvard (Scopex), mené par David Keith (voir p.



Des ouvriers installent une toile sur la Zugspitze, un sommet des Alpes bavaroises, pour éviter la fonte de la glace.

26), espérait tester du matériel de diffusion en Suède puis larguer une très faible quantité de carbonate de calcium pour en étudier le panache. Là encore, l'expérience a avorté après que des

associations environnementales et des peuples autochtones s'y sont opposés. D'autres projets similaires, fondés sur des miroirs ou pare-soleil spatiaux, paraissent moins réalisables.

2 AMINCIR LES CIRRUS EN ALTITUDE

C'est l'idée inverse de l'IAS : il s'agit d'amincir les cirrus, ces

nuages très étirés qui se forment à haute altitude et qui retiennent de la chaleur venant du sol davantage qu'ils ne réfléchissent les rayons du soleil. Seuls quelques articles de recherche ont été consacrés à cette hypothèse, jugée peu réaliste.

3 AUGMENTER L'ALBÉDO DE LA TERRE

Ce scénario repose sur le fameux *albedo* : tout corps réfléchit une partie de l'énergie solaire qu'il reçoit ; plus il est clair, plus il est réfléchissant. On pourrait accroître l'albédo en peignant en blanc toits et façades. L'idée a été défendue en 2009 par le prix Nobel de physique Steven Chu, qui était à l'époque chargé de l'énergie dans l'administration Obama, et des entreprises ont déjà investi ce marché, comme Cool Roof France, qui a notamment fait parler d'elle en 2015, après avoir repeint les 7 000 m² de toit d'un hypermarché à Quimper. Hélas, le blanc se salit vite, et fabriquer de la peinture a un coût écologique... Certains estiment qu'il vaudrait mieux

Augmenter l'albédo de la surface terrestre – terres agricoles, déserts, etc. Comment ? En modifiant génétiquement certaines cultures pour qu'elles réfléchissent davantage la lumière, ou en recouvrant les déserts de polyéthylène blanc – un projet porté il y a quelques années par l'entrepreneur Alvia Gaskill. Un physicien, Russell Seitz, a même proposé d'améliorer la réflectivité des océans en produisant des microbulles qui pourraient permettre un épaississement de la couche d'écume marine naturelle. Plus étonnant : les rennes qui broutent sur la toundra empêchent que cette surface végétale ne se couvre de plantes sombres, ce qui préserve son albédo.

4 ACCÉLÉRER

LA FORMATION DES NUAGES

Une autre manière d'augmenter l'albédo consisterait à accélérer la formation des nuages marins en pulvérisant de l'eau salée dans l'atmosphère grâce à une flottille de bateaux automatisés. Moins intrusive que l'injection



Les structures géantes en forme de volcan imaginées par le studio Parq dans le cadre de son projet Cloud Maker sont destinées à projeter de la vapeur dans l'atmosphère afin de créer des nuages.

d'aérosols à haute altitude, cette technique est jugée moins efficace. « La modification de l'albédo n'est pas homogène. Par ailleurs, les sels marins retombent vite, il faudrait en pulvériser des quantités importantes », détaille le climatologue

Olivier Boucher. Là aussi, quelques expériences ont été menées ou prévues, sans véritable percée. En 2015, un groupe de chercheurs retraités vivant en Californie a voulu tester un canon à particules dans la baie de Monterey. Mais le projet a tour-

né court. En mars 2020, une équipe australienne a projeté des cristaux de sel au large du Queensland avec l'espoir de freiner le blanchiment de la Grande Barrière de corail. Cette expérience devrait être reconduite cette année, même si le chercheur Raymond Pierrehumbert est sceptique : « Certains espèrent utiliser cette technique localement, pour atténuer un pic de chaleur, par exemple. Mais, en matière climatique, tout est interconnecté : vous n'empêchez pas l'océan de se réchauffer en blanchissant les nuages à un endroit. »

5 ÉPONGER LE CO₂

GRÂCE À LA BIOÉNERGIE

La bioénergie avec captage et stockage de dioxyde de carbone (BECCS) vise à piéger le carbone émis dans des centrales électriques à biomasse ou des usines à agrocarburants avant de l'enfouir dans le sol. Comme la biomasse (maïs, bois, résidus agricoles ou forestiers, etc.) a déjà absorbé du dioxyde de carbone, la méthode permet, en théorie, d'éponger nos émissions de gaz

à effet de serre. L'Agence internationale de l'Énergie (AIE) y croit dur comme fer : elle voudrait passer d'un objectif de 75 mégatonnes (Mt) de CO₂ capturées en 2030 à... 2649 Mt en 2070 ! Cela nécessiterait de construire cinquante centrales chaque année dans le monde pendant des décennies (en 2020, la même agence ne comptait qu'une dizaine de centrales en opération). Hélas, pour produire la biomasse nécessaire, il faut des terres, beaucoup de terres, et un tel déploiement ne peut que fragiliser la biodiversité et la sécurité alimentaire. « Les Anglais se glorifient d'une centrale électrique à bois avec captage du carbone qui nécessite 120 % de la production de bois du pays pour produire... 6 % de l'électricité nationale ! », s'amuse Hélène Tordjman, auteure de « la Croissance verte contre la nature » (La Découverte, 2021). « Des recherches sont menées sur les algues ou sur les résidus forestiers pour éviter de devoir empiéter sur les cultures vivrières », assure Florence Delprat-Janaud, qui préside le Club CO₂, rassemblant des entreprises et instituts de recherche.

6 INSTALLER

DES FILTRES À CO

Le « captage direct dans l'atmosphère » (CDA) en est encore à ses balbutiements. Le dioxyde de carbone est très dilué dans l'air, et ces filtres, pour être efficaces, doivent en brasser des quantités importantes, ce qui consomme beaucoup d'énergie, dont une large part est encore fossile ! C'est comme si un aspirateur

Produisait de la poussière au fur et à mesure qu'il en aspire... La société suisse Climeworks a installé, dans la région de Zurich, des CDA utilisant la chaleur d'incinérateurs voisins. Elle teste aussi des filtres en Islande, combinés à la méthode CarbFix: injecté dans le sol, le dioxyde de carbone réagit chimiquement avec le basalte et se transforme en pierre. « L'avantage du CDA, c'est qu'on peut le mettre là où ça nous arrange, car il n'est pas lié à des activités humaines : ce peut être dans le désert ou directement au-dessus d'un espace de stockage identifié, à condition toutefois d'avoir de l'énergie », explique Florence Del-

prat-Jannaud. Seulement une quinzaine de modules étaient en opération dans le monde en 2020, selon l'AIE. Leur coût reste très élevé. Et des associations écologistes craignent que ce ne soit qu'une fausse piste destinée à ralentir encore la transition énergétique.

7 STIMULER LA POMPE

BIOLOGIQUE DES OCÉANS

Sur le papier, c'est séduisant : il suffirait de déverser du fer dans l'océan ou d'accélérer la remontée des nutriments depuis les eaux profondes. Cet apport favoriserait la croissance du phytoplancton, qui absorbe du dioxyde de carbone avant de couler au fond de l'océan. On appelle cela la pompe biologique. Le Groupe ETC, qui mène campagne contre la géoingénierie, estime qu'« au cours des trente dernières années, au moins 13 expériences de fertilisation des océans par le fer ont eu lieu ». Certaines se voulaient impeccablement scientifiques, comme celle menée par des chercheurs indiens et allemands en 2009 (Lohafex), d'autres évoquent



De la fumée s'élève au-dessus de la ville de Taormina, en Sicile, pendant une éruption de l'Etna, le 4 décembre 2015.

plutôt des actions de piraterie: au début des années 2000, la société Planktos assure avoir mené des premiers essais au large d'Hawaï depuis... le yacht du chanteur Neil Young ! D'autres

tests ont été effectués par des scientifiques chinois en mer de Chine orientale et dans le lac Qiandao. Hélas, la plupart de ces expériences s'avèrent décevantes : acidification des eaux

(qui a des effets délétères sur la pompe biologique), faibles effets sur le carbone séquestré, perturbation des chaînes alimentaires, etc. « Il a été conclu que la fertilisation serait largement inefficace, en tout cas que d'autres techniques de captage et stockage du carbone étaient plus prometteuses », explique l'océanographe Stéphane Blain.

8 ENSEMENTER LES NUAGES

POUR FAIRE PLEUVOIR

Ce n'est pas à proprement parler de la géo-ingénierie puisque l'effet reste localisé, mais la gestion des pluies attire, elle aussi, toutes les attentions. Utilisé pour embourber les troupes ennemies pendant la guerre du Vietnam, le largage d'iodure d'argent au-dessus des nuages pour faire pleuvoir pourrait servir à éviter les sécheresses ou faciliter l'irrigation. Ces dernières années, les Emirats arabes unis ont financé et mené des expériences d'ensemencement des nuages, et la Chine est en train de s'y mettre sur les hauts plateaux tibétains. L'objectif serait



BRANKO DE LANG/KEYSTONE - ZHU ZHENG/XINHUA VIA AFP Vue aérienne d'une ferme d'algues près de l'île Daqin, en Chine.

terres agricoles avec des silicates est la technique la plus souvent citée. Dans le même esprit, certains défendent l'idée d'ajouter des carbonates dans les océans pour augmenter leur alcalinité, et donc leur capacité à absorber le CO₂. Là aussi, les « effets secondaires » de ces mesures sont compliqués à mesurer.

10 FAIRE POUSSER

DES ARBRES ET DES ALGUES

Les arbres, on le sait, permettent de stocker du carbone. Freiner la déforestation puis reforester massivement la Terre apparaît donc comme une solution efficace, et même inévitable, pour atténuer le changement climatique. Selon une étude parue en 2019 dans « Science », les arbres pourraient d'ailleurs recouvrir 4,4 milliards d'hectares sur la Terre au lieu de 2,8 actuellement, ce qui permettrait de conserver sous cette forme 205 milliards de tonnes de carbone ! Mais ces chiffres sont bien sûr théoriques (et les forêts sont vulnérables aux mégafeux)... Les algues sont aussi très à la mode

même, selon le nouveau magazine scientifique « Epsilon », « de dévier les courants atmosphériques chargés de vapeur d'eau émanant de l'océan Indien ». Un pays pourra-t-il un jour reprocher à un autre de lui voler

ses nuages ?

9 ACCÉLÉRER L'ALTÉRATION

DES ROCHES

Une bonne manière de stocker le carbone de façon durable est de le transformer en minéral, c'est-à-dire en roche. Pour accélérer cette

Altération, le traitement des



Filtres installés par Climeworks sur le toit d'une usine de valorisation de déchets. Le CO₂ capté est ensuite envoyé dans une serre, où il est utilisé comme engrais.

dans les recherches menées : elles pourraient être cultivées massivement pour absorber du dioxyde de carbone lors de leur photosynthèse.

11 SÉQUESTER DU CARBONE

DANS LES SOLS AGRICOLES

Les sols sont d'importants puits de carbone de la planète. Y disposer du biochar (une sorte de charbon obtenu par pyrolyse) ou changer les pratiques agricoles (cultiver des plantes avec des ra-



En haut, vue d'une montagne artificielle à Turin destinée à absorber le CO₂.

cines plus profondes, par exemple) pourrait démultiplier cette rétention. « Des feuilles laissées sur le sol vont se décomposer et libérer des molécules de carbone vers l'atmosphère en quelques années. Le

biochar, lui, va mettre mille ans à se décomposer... », détaille Samuel Abiven, professeur de biogéochimie continentale à l'ENS. Là aussi, le potentiel est immense mais les défis semblent insurmontables. Une

initiative dite « 4 pour 1000 », lancée par la France en 2015, vise à accroître chaque année de 0,4 % la rétention du carbone dans les sols agricoles, ce qui permettrait, théoriquement, de stopper l'augmentation actuelle



Ci-dessus, un agriculteur américain fait pousser sur la même surface du soja et du seigle céréalière, ce qui améliore la santé du sol et la séquestration du carbone.

du CO₂ dans l'atmosphère. Mais cet objectif semble très lointain. Sans compter que cette action modifierait la composition physique, chimique et biologique des terres concernées, ce qui aurait des effets sur le cycle de l'eau et celui de l'azote. « Ce serait comme changer les règles du jeu et, pour l'instant, la recherche est encore très balbutiante sur ce sujet », pointe Samuel Abiven. Et l'origine de la biomasse brûlée pour faire du biochar reste incertaine à grande échelle. Pour le moment, les sols émettent du carbone à cause de la déforestation, de l'assèchement des tourbières ou des changements d'usage...

12 RÉTRÉCIR GÉNÉTIQUE-

MENT

LES HUMAINS

Et si, pour soulager la planète, on rétrécissait les bébés ? Ce projet délirant d'homo-ingénierie a été lancé en 2012 par un trio de philosophes d'Oxford et de l'Université de New York. Leur idée, favoriser la naissance d'individus de petite taille, soit par des diagnostics pré-implantatoires, soit par manipulation génétique. Mais si la taille peut être héréditaire, elle dépend également des conditions de vie, et il faudrait bien des générations pour qu'elle décline. En revanche, la baisse des naissances déjà entamée devrait faire naturellement diminuer la population mondiale dès 2060 ou 2070.

13 MODIFIER LA TRAJECTOIRE

DE LA TERRE

Dans le roman de Jules Verne « Sans dessus dessous » (1889), des scientifiques se proposent de modifier l'axe de rotation de la Terre pour faire fondre les calottes polaires (et y exploiter le

charbon) grâce à la poussée d'un canon surpuissant. En 1993, un physicien indien a évoqué une hypothèse similaire dans la revue « Climatic Change », proposant d'élargir légèrement l'orbite de la Terre pour nous éloigner du Soleil... Cela reste de la science-fiction.

■



Ajouter un commentaire



Vue page



Partager



Sauvegar...



Plus

