The Alliance for Just Deliberation on Solar Geoengineering

# Toutes les approches de MRS

| Méthode | Description | Avantages potentiels | Défis et risques |
|---|---|---|---|
| Injection d'aérosols dans la stratosphère (SAI) | Consiste à injecter de fines particules dans la stratosphère afin de réfléchir une faible fraction du rayonnement solaire vers l'espace. | • Outil à action rapide susceptible d'atténuer certains impacts du changement climatique en l'espace de quelques mois.<br>• Technologie évolutive et modulable permettant d'ajuster le niveau de refroidissement en fonction des objectifs recherchés. | • De fortes incertitudes subsistent quant à ses effets sur les régimes de précipitations, l'agriculture, la santé publique et d'autres secteurs. Les conséquences potentielles s'étendent également aux systèmes sociaux, économiques et politiques.<br>• Les effets seraient inégalement répartis selon les régions du monde, avec des bénéfices et des préjudices variables d'une zone géographique à l'autre.<br>• Un arrêt brutal du déploiement pourrait provoquer un réchauffement rapide (« choc de terminaison »), avec des conséquences potentiellement importantes. |
| Éclaircissement des nuages marins (MCB) | Pulvérisation de fines particules de sel marin dans les nuages marins de basse altitude afin d'augmenter leur réflectivité et leur pouvoir réfléchissant. | • Cette technique pourrait être déployée de manière ciblée pour atténuer un réchauffement localisé, par exemple afin de protéger les récifs coralliens du blanchissement ou de ralentir la fonte de la banquise arctique.<br>• L'intensité et la fréquence des interventions pourraient être ajustées au fil des progrès de la recherche et des observations. | • Les impacts climatiques et environnementaux demeurent insuffisamment compris.<br>• La technique pourrait modifier involontairement les régimes régionaux de précipitations, avec des effets inégalement répartis selon les régions.<br>• Son efficacité pourrait être limitée à certains types de nuages, ce qui réduirait son applicabilité géographique et son potentiel de déploiement à grande échelle.<br>• Elle pourrait également influencer des phénomènes climatiques de grande ampleur, tels que l'Oscillation australe El Niño (ENSO). |
| Amincissement des cirrus (CCT) | L'injection de particules de nucléation de la glace dans la haute troposphère, au niveau des cirrus, réduit leur durée de vie et leur épaisseur optique, ce qui permet à davantage de rayonnement infrarouge de s'échapper de la surface de la Terre. | • Renforce la capacité de la Terre à évacuer la chaleur vers l'espace au lieu de réfléchir le rayonnement solaire.<br>• Pourrait produire un effet de refroidissement à l'échelle régionale ou mondiale. | • La dynamique des nuages, mal comprise, rend les effets de cette technique très incertains.<br>• Son potentiel de déploiement n'a pas été suffisamment étudié.<br>• Elle pourrait perturber les régimes de précipitations et les conditions météorologiques. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Amincissement des nuages en phase mixte (MCT) | Vise à réduire l'épaisseur ou la persistance des nuages contenant simultanément des cristaux de glace et des gouttelettes d'eau liquide, afin de permettre à une plus grande quantité de rayonnement infrarouge émis par la Terre de s'échapper vers l'espace. | • Agit également sur le rayonnement terrestre, ce qui pourrait compenser une partie du réchauffement dû aux gaz à effet de serre. | • Technique encore plus incertaine que le CCT en termes de faisabilité et d'efficacité.<br>• Les technologies nécessaires à sa mise en œuvre en sont encore à un stade précoce de développement.<br>• Pourrait perturber les régimes de précipitations et les conditions météorologiques.<br>• Rien ne permet d'établir qu'elle produirait un effet de refroidissement à l'échelle mondiale |
| Augmentation de l'albédo des surfaces | Consiste à accroître le pouvoir réfléchissant des surfaces terrestres ou aquatiques afin de renvoyer une plus grande partie du rayonnement solaire vers l'espace. | • Pourrait produire des effets de refroidissement localisés. | • Les études de modélisation indiquent qu'il est peu probable que cette technique permette de compenser le réchauffement climatique à l'échelle mondiale.<br>• Évolutivité et coût : pour parvenir à un refroidissement mondial, il faudrait traiter une superficie considérable et mettre en place une logistique d'envergure. |
| Méthodes spatiales (SBM) | Consistent à placer des miroirs ou des pare-soleil en orbite afin de réfléchir ou de bloquer une partie du rayonnement solaire avant qu'il n'atteigne la Terre. | • Pourrait produire un effet de refroidissement direct et uniforme sans altérer la chimie atmosphérique.<br>• Une fois déployé, ce système pourrait assurer une réduction continue du rayonnement solaire. | • Coûts extrêmement élevés en termes d'ingénierie, de déploiement et de maintenance.<br>• À ce jour, très peu de recherches ont porté sur la SBM.<br>• Les technologies actuelles ne permettent pas d'envisager un déploiement à grande échelle.<br>• Cela pourrait modifier involontairement certains processus naturels tels que la photosynthèse. |

Toutes ces techniques constituent des approches innovantes, mais encore largement expérimentales, de la géo-ingénierie solaire. Les méthodes spatiales, par exemple, proposent une vision ambitieuse d'un refroidissement climatique mondial, mais se heurtent à d'immenses obstacles techniques, financiers et logistiques. L'amincissement des cirrus (CCT) offre une approche différente, axée sur l'atmosphère, mais son fonctionnement demeure mal compris et comporte de grandes incertitudes. À ce jour, l'injection d'aérosols stratosphériques (SAI) et l'éclaircissement des nuages marins (MCB) sont les techniques de modification du rayonnement solaire (MRS) les plus étudiées. Toutefois, des recherches plus approfondies sont nécessaires pour mieux comprendre leurs effets sur le climat, les écosystèmes et les sociétés, ainsi que pour répondre aux nombreuses questions qu'elles soulèvent en matière de gouvernance, de droit international et d'éthique.

Il convient de souligner qu'aucune de ces techniques ne s'attaque à la cause profonde du changement climatique, à savoir les émissions de gaz à effet de serre. Elles nécessiteraient toutes des recherches scientifiques approfondies avant de pouvoir être sérieusement envisagées dans le cadre d'une stratégie climatique plus large. Cela renforce l'importance de la réduction des émissions, de l'adaptation aux changements climatiques et de la séquestration du carbone, qui demeurent les principales solutions de la lutte contre le changement climatique.