

Géo-ingénierie solaire : une issue viable à la crise climatique ?

Rémi Delacourt | Hugo Fabrègues | Rémi Khani | Lomàn Vezin | Raphaël Vock

Introduction

Face à l'incapacité d'atténuer ses émissions de carbone, l'humanité est contrainte à envisager des solutions de géo-ingénierie pour limiter les dégâts du réchauffement climatique.

Le **solar radiation management** consiste à diffuser des aérosols dans l'atmosphère de sorte à atténuer les radiations solaires et réduire les températures de surface.

Des estimations montrent que de telles techniques permettraient d'accomplir aisément l'**objectif 2 °C** fixé par l'UNFCCC en 2015,

- en une **période de temps limitée**
- à un **coût économique restreint**

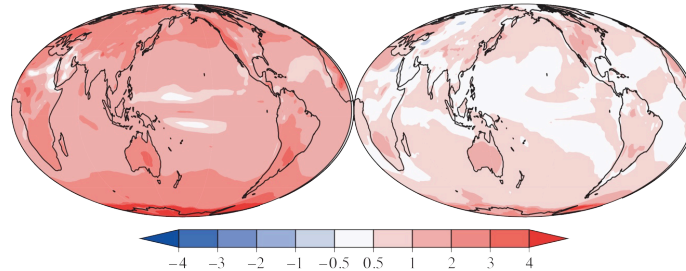


Figure 1 : Estimation des anomalies de température d'ici 2030 suivant l'hypothèse 2xCO₂ (gauche) et l'emploi de SRM (droite) [1]

Des bénéfices environnementaux inéquivoques

- On anticipe une atténuation généralisée des anomalies de température qui serait de l'ordre du **degré Celsius**.
- Le SRM engendrerait l'atténuation voir la réversion de certaines boucles rétroactives liées au réchauffement climatique :
 - la **dé-acidification des océans**, qui amplifierait leur rôle en tant que puits de carbone, via la stabilisation du pH et des coraux
 - l'atténuation de la **fonte du pergélisol** et de la libération de CO₂ et CH₄
- Des modèles climatiques prévoient une **diminution conséquente** de la **montée des océans**, de la **fonte des banquises**, des **températures extrêmes** et des **phénomènes climatiques extrêmes**. [2]

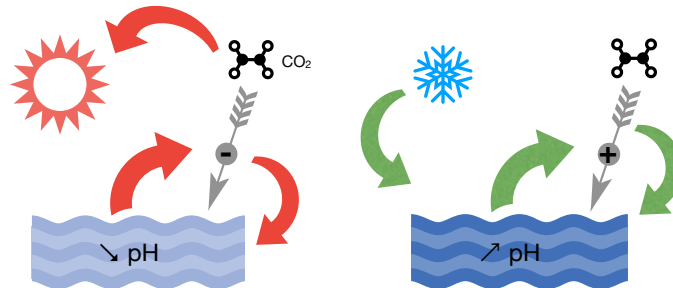


Figure 2 : Acidifications des océans (gauche) et dé-acidification (droite) suite à l'emploi de SRM d'après [3]

Des répercussions inégales

- Environ **0.4% de la surface terrestre** verrait sa situation climatique **s'empirer** par l'emploi des SRM. [4]
- Ces régions correspondent globalement aux **pays les plus démunis**.
- Ceci pose un sérieux problème de **justice climatique distributive**.

Des méfaits non négligeables

On prévoit d'éventuels effets secondaires considérables :

- **déplétion de la couche d'ozone**
- **troubles de santé**
- **pertes agricoles**
- **perturbation des écosystèmes**
- **perturbation du cycle de soufre**
- **le choc de transition**

Le problème politique

- La SRM est par nature une **œuvre d'ingénierie à l'échelle planétaire** dont la gestion requiert un **organisme politique supranational**.
- On soupçonne que sa mise en place n'est pas concevable dans la pratique sans une forme de **gouvernance autocratique**.
- Ceci soulève un question de **justice climatique procédurale**.

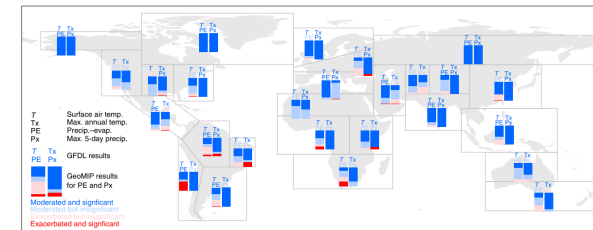


Figure 3 : L'inégale répartition des effets du SRM [4]

L'enjeu physico-chimique primordial

- L'effet souhaité des aérosols vient d'un processus de **réflexion** et de **dispersion** des radiations solaires. Ils contribuent à **augmenter l'albédo** à une échelle planétaire.
- Le SO₂, qui est émis en masse par des fortes éruptions volcaniques, provoque un effet de refroidissement sur l'atmosphère qui est **confirmé par des mesures historiques**.
- Suivant les nombreux paramètres physico-chimiques à prendre en compte, le SO₄ apparaît comme **l'alternative la plus viable**.

Une technologie atteignable

- Pour atteindre une masse critique, on envisage une stratégie consistant en un débit annuel de **2 Tg** de soufre dispersés au moyen de **1,000,000 vols** stratosphériques par an. [1]
- Une telle quantité de sulfate est compatible avec la production mondiale actuelle.
- En revanche, dû aux **très hautes altitudes** et aux **charges conséquentes**, un tel déploiement n'est pas actuellement possible, mais reste **envisageable dans les années à venir**.

Conclusion et perspectives

Si le succès de son **implémentation** repose largement sur l'enjeu scientifique, la **décision** de mettre en place le SRM est avant tout une question démocratique et humaine. Nous sommes arrivés à la conclusion que, globalement, un tel projet est **technologiquement envisageable** dans un futur proche. Cependant, les questions d'**injustice distributive et procédurale** soulevées sont plus que problématiques.

Les sociologues contemporains notent que la réponse à cette question sera le **reflet d'une bifurcation profonde** : entre l'**ouverture** vers un monde davantage mondialisé, des sociétés restructurées avec la question du climat en leur centre, et le **recroquevillement** de la démocratie face à la **tentation prométhéenne** de la manipulation de l'environnement par la science.



■ École polytechnique fédérale de Lausanne

[1] Rasch et al (2008). An overview of geoengineering of climate using stratospheric sulphate aerosols. *Phil. Trans.* 366, 4024. doi: 10.1098/rsta.2008.0131

[2] Svoboda et al (2019). The potential for climate engineering with stratospheric sulfate aerosol injections to reduce climate injustice. *Journal of Global Ethics*, 7–10. doi: 10.1080/17449626.2018.1552180

[3] Kinsey & Hopley (1990). The significance of coral reefs as global carbon sinks —response to Greenhouse. *Pal., Pal.*, 89, 363–377. doi: 10.1016/s1075-2935(04)00016-9

[4] Irvine et al (2019). Halving warming with idealized solar geoengineering moderates key climate hazards. *Nature Climate Change* 9, 295–299. doi: 10.1038/s41558-019-0398-8